



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE YOGURT
EN LA EMPRESA PROALIM”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO QUÍMICO

PRESENTADO POR

SANTIAGO ENRIQUE FREIRE PÉREZ

Riobamba - Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que de una u otra manera hizo posible la realización de este trabajo de investigación y me acompañaron durante toda mi carrera ayudándome a ser un excelente profesional de la Escuela de Ingeniería Química.

A mis amigos, a mi familia, a mi compañera y gran amiga, y a mi personita especial que me dieron la mano cuando se presentaron los problemas más difíciles, los llevare siempre en mi corazón.

Por supuesto, a Dios por haberme puesto en este camino acompañándome en cada paso y permitirme alcanzar una de las primeras metas en mi vida.

DEDICATORIA

Dedico el trabajo, el esfuerzo y sacrificio plasmado en esta tesis a mi Papito Fernando y Mamita Mary; a la Mami Chula y al Papi Dani; a mi Mami Mimi y al Tebitas y de la forma más especial e importante al angelito que nos trató de esta manera, el que nos cambió la vida y nos hizo verla como solo él supo hacerla, a ti Paquito Chulo que vives en nuestros corazones donde siempre permanecerás hasta volver a encontrarnos; este trabajo lo hice por ti y por ello tu Santito te dedica su carrera.

HOJA DE FIRMAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: **“OPTIMIZACIÓN DE PROCESO DE YOGURT”**, de responsabilidad del señor egresado Santiago Enrique Freire Pérez ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE

FECHA

FIRMA

Dr. Silvio Álvarez.

.....

.....

**DECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS.**

Ing. Mario Villacrés.

.....

.....

**DIRECTOR DE LA ESCUELA
DE INGENIERÍA QUÍMICA.**

Ing. Hannibal Brito M.

.....

.....

DIRECTOR DE TESIS.

Dr. Galo Insuasti.

.....

.....

MIEMBRO DEL TRIBUNAL.

Sr. Carlos Rodríguez.

.....

.....

**DIRECTOR DEL CENTRO
DE DOCUMENTACIÓN**

NOTA DE LA TESIS:

.....

HOJA DE RESPONSABILIDAD

“Yo Santiago Enrique Freire Pérez, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.”

Santiago Enrique

INDICE DE ABREVIATURAS

A	ACIDEZ TITULABLE	
α	ALFA	
β	BETA	
C _P	CALOR ESPECÍFICO	(KJ/Kg*C)
Q _G	CALOR GANADO	(C)
Q _P	CALOR PÉRDIDO	(C)
cm	CENTIMETRO	
P	CONTENIDO DE PROTEINAS	
ρ	DENSIDAD	(g/mL)
x	FRACCIÓN MOLAR	
C	GRADOS CENTIGRADOS	
°D	GRADOS DORNICK	
Γ	GAMMA	
g	GRAMOS	
J	JOULES	
h	HORAS	
Kg	KILOGRAMO	
L	LITROS	

m	MASA	(g)
min	MINUTOS	
N	NORMALIDAD	(NUMERO DE EQUIVALENTES/MOL)
pH	PUNTO ISOELÉCTRICO	
%	PORCENTAJE	
rev	REVOLUCIONES	
s	SEGUNDOS	
T	TEMPERATURA	(C)
UFC	UNIDAD FORMADORA DE COLONIAS	
ΔT	VARIACIÓN DE TEMPERATURA	(C)

TABLA DE CONTENIDOS

Pp:

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

HOJA DE FIRMAS

HOJA DE RESPONSABILIDAD

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

INDICE DE ANEXOS

RESUMEN i

SUMMARYiii

INTRODUCCION v

ANTECEDENTES vii

JUSTIFICACIÓN ix

OBJETIVOS xi

GENERAL..... xi

ESPECÍFICOS..... xi

CAPITULO I 1

MARCO TEÓRICO..... 1

1.1 TIPOS DE PRODUCTOS LÁCTEOS 1

1.1.1 LECHE..... 1

1.1.1.1 DEFINICIÓN Y OBTENCIÓN 2

Pp:

1.1.1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	3
1.1.1.3 PROPIEDADES FÍSICAS	4
1.1.1.4 PROPIEDADES QUÍMICAS.....	5
1.1.1.5 CONTAMINANTES DE LA LECHE	11
1.1.1.6 ACTIVIDADES BIOQUÍMICAS DE LOS MICROORGANISMOS.....	13
1.2 YOGURT	18
1.2.1 GENERALIDADES	18
1.2.2 IMPORTANCIA DE CONSUMIR YOGURT.....	20
1.2.3 VALOR NUTRITIVO DEL YOGURT.....	20
1.2.4 CALIDAD NUTRITIVA	21
1.2.5 ELABORACIÓN INDUSTRIAL DEL YOGURT	22
1.2.6. ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL YOGURT	23
1.2.6.1 ESTANDARIZAR LA LECHE	23
1.2.6.2 MEZCLAR INGREDIENTES	24
1.2.6.3. HOMOGENIZAR.....	24
1.2.6.4. PASTEURIZAR.....	24
1.2.6.5. ENFRIAMIENTO.....	25
1.2.6.6. INOCULACIÓN.....	25
1.2.6.7. INCUBACIÓN	25
1.2.6.8. BATIDO.....	26
1.2.6.9. EMPAQUE	26
1.2.6.10. ALMACENAMIENTO.....	26
1.3. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.....	26
1.3.1 CONTROL DE PROCESOS	27

Pp:

1.3.2 BALANCES DE MASA	27
1.3.2.1 CLASIFICACION DE PROCESOS.....	29
1.3.2.2 LA ECUACION GENERAL DE BALANCE DE MATERIA.....	31
1.3.3 BALANCES DE ENERGÍA	32
1.3.3.1 PRIMERA LEY DE TERMODINAMICA.....	33
1.3.3.2 TRANSFERENCIA DE ENERGIA: CALOR Y TRABAJO.....	34
1.3.4. DEFINICIONES.....	35
1.3.4.1 PROCESO.....	35
1.3.4.2 VARIABLE D PROCESO.....	36
1.3.4.3 VARIABLE DE PRODUCTO.....	36
1.3.4.4 ACIDEZ TITULABLE.....	36
1.3.4.5 CONTENIDO DE PROTEINAS EN LA LECHE.....	36
1.3.4.6 CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE.....	37
1.3.4.7 COLIFORMES.....	37
1.3.4.8 RECUENTO DE COLIFORMES.....	37
1.3.4.9 COLIFORMES FECALES.....	37
1.3.4.10 MOHOS.....	38
1.3.4.11 LEVADURAS.....	38
1.3.4.12 RECUENTOS DE MOHOS Y LEVADURAS NIABLES.....	39
1.3.5 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA	39
1.3.5.1 DEFINICION.....	40
1.3.5.2 NORMATIVAS A SEGUIR DENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA	41
1.3.5.2.1 INSTALACIONES.....	41
1.3.5.2.2 EQUIPOS Y UTENSILLLOS.....	42

Pp:

1.3.5.2.3 PERSONAL MANIPULADOR DE PRODUCTO.....	42
1.3.5.2.4 ACTIVIDADES DE FABRICACION.....	43
1.3.5.2.5 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD.....	43
1.3.5.2.6 SANEAMIENTO.....	44
1.3.5.2.7 ALMACENAMIENTO.....	45
CAPITULO II.....	47
2. PARTE EXPERIMENTAL.....	47
2.1. MUESTREO.....	47
2.2.1 METODOLOGÍA.....	49
2.2.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	49
2.2.1.1 METODOS.....	49
2.2.1.2 TECNICAS.....	49
2.2.1.2.1 METODO DE GERBER.....	51
2.2.1.2.2 DETERMINACION DE PROTEINAS.....	56
2.2.1.2.3 DETERMINACION DE LA ACIDEZ TITULABLE.....	61
2.2.1.2.4 CONTROL MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS DE MICROORGANISMOS COLIFORMES.....	65
2.2.1.2.5 CONTROL MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS DETERMINACION DE COLIFORMES FECALES Y E. COLI.....	69
2.2.1.2.6 CONTROL MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS MOHOS Y LEVADURAS VIABLES.....	76
2.3 DATOS EXPERIMENTALES.....	79
2.3.1 DIAGNÓSTICO.....	79
2.3.2. DATOS.....	87
CAPITULO III.....	90
3. OPTIMIZACIÓN.....	90

Pp:

3.1 CÁLCULOS	90
3.2 RESULTADOS	94
3.3 PROPUESTA.....	98
3.4 MEJORAS REALIZADAS CON LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.....	100
3.5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	103
CAPITULO IV	105
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
4.1 CONCLUSIONES	105
4.2 RECOMENDACIONES.....	107
BIBLIOGRAFIA	
ANEXOS	

INDICE DE TABLAS

Pp:

TABLA:

1.2-1: COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS.....	2
1.3.3-1: COMPOSICIÓN DEL YOGURT COMÚN	21
1.3.3-2: COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL YOGUR.....	21
1.3.4-1: CALIDAD NUTRITIVA DEL YOGURT	22
2.2.1.2-1 ESPECIFICACIONES DEL YOGURT.....	51
2.2.1.2-2 CANTIDAD DE MICROORGANISMOS DESPUES DE LA FERMENTACION.....	51
2.3.2-1 DATOS PARA EL BALANCE DE MASA.....	87
2.3.2-2 DATOS PARA EL BALANCE DE ENERGÍA.....	87
2.4-1 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN.....	88
2.4-2 PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN.....	89
2.4-3 ESPECIFICACIONES PARA LECHE	89
3.2-1 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN.....	94
3.2-2 RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN.....	95
3.2-3 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DEL YOGURT ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN	95
3.2-4 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGURT ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN	96

Pp:

3.2-5 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DEL YOGURT DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN	96
3.2-6 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGURT DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN.....	97

INDICE DE FIGURAS

Pp:

FIGURAS:

3-1 DIAGRAMA DE FLUJO PRODUCCION DE YOGURT.....	90
3.3-1 DISEÑO DE PLANTA.....	98

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pp:

FOTOGRAFIA:

1 LECHE DE PROVEEDORES	80
2 ÁREA DE CONTROL DE LECHE.....	81
3 MANGUERAS Y TANQUES RESERVORIOS	82
4 DESCREMADOR	83
5 MARMITA.....	84
6 INOCULACIÓN	85
7 ENVASADO YOGURT	86

INDICE DE ANEXOS

ANEXOS:

1 INFORME DE ANALISIS QUÍMICO ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN

2 INFORME DE ANALISIS BROMATOLÓGICO DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN

3 INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN

4 INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN

5 CONVERSION DE GRADOS LACTODENSIMETROS A DENSIDAD

6 NORMA TÉCNICA INEN: LECHE CRUDA, REQUISITOS

7 NORMA TÉCNICA INEN: LECHE FERMENTADAS, REQUISITOS

RESUMEN

La optimización del proceso de producción de yogurt se realizó en la empresa de lácteos Proalim ubicada en la ciudad de Riobamba, en este trabajo de investigación se efectuó el diagnóstico del proceso de elaboración de yogurt para ajustar las variables óptimas en la elaboración y mejorar la calidad del mismo.

La metodología utilizada en este trabajo fue Inductiva-Deductiva, iniciando con la recolección de datos de la materia prima la cual está conformada por leche cruda y leche pasteurizada que cumplen varios requisitos de calidad; las cuales pasaron por un ciclo de 6 etapas: recepción de leche cruda, descremado, pasteurizado, fermentación, refrigeración y la fase de envasado a partir de la que se realizaron los análisis de laboratorio mediante los cuales obtendremos los resultados, deduciendo de esta forma que la empresa no cumple con todas las normas de elaboración necesarias.

Los resultados numéricos fueron realizados con el apoyo de balances de masa y energía, los cuales dan a conocer el rendimiento en masa del proceso que fue de 99,8 % y la relación de energía, encontrando que existe una pérdida de energía en el equipo causada por las condiciones operacionales que son necesarias en el proceso.

Se logró mantener las condiciones óptimas de producción, las temperaturas de la leche en el tratamiento térmico de 85°C en 30 minutos y en la etapa de fermentación a 45°C en 2,5 horas, logrando a estas temperaturas una menor pérdida de energía en el sistema y por ende un menor tiempo de producción al alcanzar más rápidamente la temperatura deseada.

Se recomienda a la empresa trabajar con buenas prácticas de manufactura para disminuir la contaminación que puede presentarse en el alimento, garantizando un yogurt de excelente calidad.

SUMMARY

The optimization of the process of yogurt production one carries out in the company of milky Proalim located in the city of Riobamba, in this investigation work the diagnose of the process of yogurt elaboration was made to adjust the good variables in the elaboration and to improve the quality of the same one.

The methodology used in this work was Inductive-Deductive beginning with the gathering of data of the raw material which is formed by raw milk and pasteurized milk that they complete several requirements of quality; which went by a cycle of 6 stages: reception of raw milk, non-cream milk, pasteurized, fermentation, refrigeration and the phase of having packed starting from they were carried out the laboratory analyses by means of which we will obtain the results, deducing in this way that the company doesn't fulfill all the necessary elaboration norms.

The numeric result were carried out with the support of balances of mass and energy, which give to know mass yield of the process that was of 99,8% and the energy relationship, finding that an energy loss exists in the equipment caused by the operational conditions that are necessary in the process.

We got to maintain the good conditions of production, the temperatures of the milk in the thermal treatment of 85°C in 30 minutes and in the stage of fermentation at 45°C in 2,5 hours, achieving to these temperatures a smaller energy loss in the system and a smaller time of production when reaching the wanted temperature more quickly.

It is recommended to the company to work with good factory practices to diminish the

contamination that can be presented in the food, guaranteeing a yogurt of excellent quality.

INTRODUCCION

En los últimos años se ha hecho notable la importancia de la optimización de procesos en el sector industrial, ya que el incremento de nuevas tecnologías, competencia y el sentido de proporcionar un producto terminado de mejor calidad, conlleva a las empresas modernas a buscar la mejora de los productos para el mercado.

En su gran mayoría el miedo a efectuar cambios a los procesos, es el mayor inconveniente que tienen las empresas en el momento de decidir la optimización de métodos dentro de su área laboral ya que dicho proceso conlleva la inversión de dinero, modificación de procedimientos antiguos en los que se tiene seguridad y confianza, por otro nuevo que no es conocido pero puede mostrar beneficios o a su vez asegurar la permanencia de la calidad del producto que a la larga reducirá costos y mejorará el prestigio de la empresa.

Proalim, una empresa dentro del mercado de lácteos en la provincia de Chimborazo, desea realizar la optimización de proceso de yogurt, para lo cual se realizó el diagnóstico del proceso en sus condiciones iniciales, el cual indica el estado en el que se encuentra, la forma en la que lo realizan, el mantenimiento de los equipos, y los métodos y técnicas que utilizan en el mismo, además de identificar las variables operacionales que van a ser ajustadas las mismas que corresponden a: tiempo de retención, temperaturas de proceso y de procesamiento.

Una vez que se ha efectuado el diagnóstico y la identificación de las variables se procedió a los cálculos, estos se basan en balances de masa y energía, los cuales

proporcionan el ajuste de las variables dando la mayor eficiencia en masa con la menor pérdida de energía, comprobando la optimización con un análisis de producto terminado en un laboratorio de análisis químico y microbiológico, demostrando que la calidad del mismo se encuentra dentro de las especificaciones de las normas ecuatorianas para el yogurt, lo cual ayudara a brindar un producto de mejor calidad.

Este trabajo se fundamenta en pruebas de laboratorio, utilizando como procesos lógicos la inducción y deducción, tomando en cuenta que se necesita conocer los hechos particulares que están sucediendo a lo largo del proceso de elaboración de yogurt, denominado diagnóstico, para identificar los defectos que presenta en el mismo (inducción), y las pérdidas de energía, desperdicio de materia prima y desecho de producto terminado de mala calidad (deducción). En base a este proceso lógico se puede realizar análisis retrospectivos de la producción, con la finalidad de no cometer los mismos errores en producciones futuras.

El proyecto de tesis comprende de 4 capítulos, el primero es referido al marco teórico en donde se detalla tópicos como los productos lácteos, la leche el yogurt y su procesamiento que ayudó a comprender mejor el producto que se estudió; además de definiciones que se utilizan en el texto para su mejor comprensión, el capítulo 2, donde se puntualiza la parte experimental, es decir, el muestreo, la metodología y los datos necesarios para el cumplimiento de la tesis, seguido del capítulo 3, en donde se aplica los cálculos de ingeniería los resultados, discusión y una propuesta para que el proceso se encuentre dentro de sus especificaciones para un producto de calidad y por último las conclusiones y recomendaciones que se aportan al trabajo realizado.

ANTECEDENTES

Un joven muy emprendedor, formado profesionalmente en la ESPOCH, decidió abrirse campo en la industria, y al no tener los recursos necesarios empezó a desarrollar su idea artesanalmente, produciendo bolo largo de agua en casa de sus padres, en las calles Loja 32-30 y Chimborazo al cabo de no mucho tiempo logró tener más recursos, lo que le permitió adquirir maquinaria usada. La necesidad de expandir su microempresa le llevó a adquirir un terreno en el barrio Los Laureles ubicado en la Circunvalación y Tucumán esquina sector del parque industrial de Riobamba, donde inició sus actividades de producción y comercialización en el año de 1997. Luego construyó dos galpones, produciendo con esto yogurt, colas y otros productos. La demanda satisfactoria que obtuvo con el yogurt, hizo que adquiriera mas maquinaria y la contratación de nuevo personal, no sucediendo lo mismo con el segundo producto, debido a la gran competencia las ventas fueron muy bajas y por ende se dejó de fabricar.

Tomando en cuenta el análisis de mercado y a la no compleja producción de los bolos de distintos sabores, decidió hacer realidad la producción de los mismos y al igual que el yogurt, empezó de una forma artesanal, obteniendo una demanda satisfactoria, lo cual, lo llevó a adquirir maquinaria exclusivamente para el enfundado de los bolos, mejorando con esto dicha producción, e incluyendo la producción de bebidas.

Con el paso del tiempo empezó a adquirir nueva maquinaria, personal calificado encargado de las ventas, producción y administración, esto hizo que la empresa tenga solidez en todos los ámbitos, pudiendo en lo posterior consolidarse como una empresa

competitiva ya no solo a nivel local, sino a nivel nacional.

La adquisición de los envases para sus productos lo realizaba de proveedores, y el costo del producto dependía en parte de este valor, así que decidió adquirir maquinaria especial y nuevo personal para empezar su elaboración.

El financiamiento para la adquisición de tecnología, capital de trabajo e infraestructura se ha ido logrando gracias a los créditos otorgados por diferentes Instituciones Financieras como son: Cooperativa de Ahorro y Crédito Riobamba Limitada, Banco del Pichincha, Banco Solidario, entre otras.

De esta manera la empresa se ha constituido en parte de la industria nacional, aportando al desarrollo económico de la región centro del país.

JUSTIFICACIÓN

A través de los años los empresarios han manejado sus negocios trazándose sólo metas limitadas, que les han impedido ver más allá de sus necesidades inmediatas, es decir, planean únicamente a corto plazo; lo que conlleva a no alcanzar niveles óptimos de calidad y por lo tanto a obtener una baja rentabilidad en sus negocios.

La industria del proceso químico enfrenta cada vez mayores exigencias, ahorro de energía, conservación de recursos naturales y económicos, así como también el mejoramiento en la productividad y desempeño ambiental. En tiempos en que la competencia se encuentra al otro lado del mundo, las industrias se están inclinando hacia procesos avanzados y automatización para llegar a obtener un producto que cumpla con los estándares de calidad

La optimización del proceso de yogur, permitió el ajuste de las variables que intervienen en el mismo. Generando así la mejora de los tiempos del proceso productivo en todas sus etapas y disminuyendo las pérdidas de materia prima durante el mismo, sin disminuir la calidad del producto terminado. Además, se propuso mejoras que permitan incrementar la producción, disminuir las pérdidas económicas y establecer las condiciones operativas óptimas del proceso.

Las pérdidas que presenta la producción de yogur en la Empresa PROALIM, se debe a: la falta de control, tanto en la materia prima como en el proceso, evidenciando así el gran tiempo que se utiliza en procesar la leche para obtener yogur, dando como

consecuencia la pérdida económica que el producto presente al final de su elaboración, especialmente, cuando el yogur es desechado por no cumplir con las características y propiedades que requiere un producto de este tipo. Todo esto es debido a la reciente implementación de esta línea de fabricación, la cual no ha sido optimizada o mejorada.

Tomando en cuenta la innovación permanente en los aspectos social, económico y productivo, de la empresa, se ve en la necesidad de mejorar su proceso en la línea de yogur para poder brindar un producto de mejor calidad y que satisfaga con los requerimientos de sus clientes; por tanto, en convenio con la Escuela de Ingeniería Química, se ha puesto en marcha el presente trabajo de investigación

OBJETIVOS

GENERAL

- Realizar la optimización del proceso de producción de yogurt en la empresa Proalim.

ESPECÍFICOS

- Efectuar el diagnóstico del proceso de elaboración de yogurt en la empresa Proalim.
- Identificar las variables del proceso
- Efectuar los cálculos de ingeniería para la optimización del proceso de producción de yogurt
- Ratificar las condiciones óptimas en el proceso de producción de yogurt.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 TIPOS DE PRODUCTOS LÁCTEOS

“Existe una infinidad de productos lácteos, entre los que se citan a los siguientes: leche entera, fresca, con sabor, deshidratada, esterilizada, recombinada, reconstituida, estandarizada, descremada, condensada, en polvo, crema de leche y otros”¹. El aporte nutritivo o composición nutritiva de cada uno de los productos citados varían por diferentes causas, que pueden ser por los proceso, métodos de elaboración, ingredientes, entre otros, como se reporta en la Tabla I.

1.1.1 LECHE

La leche es un líquido nutritivo de color blanquecino, producido por las hembras de los mamíferos. Esta capacidad de las hembras es una de las características que definen a los mamíferos. La leche de los mamíferos domésticos es un producto de consumo corriente en la inmensa mayoría de las civilizaciones humanas: leche de vaca principalmente, pero también de oveja, cabra, de yegua, de camella, de dromedaria, etc.

La leche es la base de numerosos productos lácteos, como la mantequilla, el queso o el yogurt. Numerosos subproductos de la leche son utilizados en las industrias agroalimentarias, químicas y farmacéuticas: leche concentrada, leche en polvo, caseína

¹ MEYER, Técnicas de Elaboración de los Lácteos, 2001 pp. 20

o lactosa. La leche de vaca se utiliza también en la alimentación animal. La leche está compuesta principalmente por agua, materia grasa, proteínas, hidratos de carbono (lactosa) y calcio.

TABLA 1.1.1-1
COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS

Lácteos	Proteínas	Grasas	Azúcares	Kcal
Helados de leche	4.0	7.0	25.0	175
Leche	3.5	4.0	5.0	69
Leche Semidescremada	3.0	2.0	4.0	45
Leche descremada	3.0	0.0	5.0	33
Mantequilla	0.7	81.5	0.0	715
Queso blanco (Fresco)	8.0	8.0	3.0	116
Queso blanco descremado	7.0	0.0	4.0	47
Queso de cabra	11.0	18.0	1.0	206
Queso amarillo tipo gauda	24.0	30.0	0.0	350
Yogurt natural	4.0	1.0	5.0	49

Fuente: Aquisalud.com (2009)

En la mayoría de los países, el término "leche" sin otra precisión, designa la leche de vaca. Para la leche de otras especies, es normal precisar cuál. Llamamos también leche el jugo de ciertas plantas o frutos: leche de coco, leche de soja, leche de arroz, o leche de almendra.

1.1.1.1 DEFINICIÓN Y OBTENCIÓN

Se puede definir la leche de varias maneras, de las cuales, las más acertadas son:

- “Biológica: Es una sustancia segregada por la hembra de los mamíferos con la finalidad de nutrir al crío.
- Legal: Producto de la ordeña de un hato (se refiere al conjunto de cabezas de ganado, como bueyes, vacas, ovejas, etc.) sano y que no representa un peligro para el consumo humano.
- Técnica o fisicoquímica: Sistema en equilibrio constituido por tres sistemas dispersos: solución, emulsión y suspensión.”²

Actualmente la leche que se utiliza en producción de derivados lácteos es la de vaca, debido a las propiedades que posee. Pero no es de la única, ya que de acuerdo a la región y al tipo de animales que haya, es la leche que se emplea. La leche de cabra es ideal para elaborar cajeta, y en las regiones árticas se emplea la leche de ballena.

La leche de vaca de la raza Holstein es la que se emplea con mayor frecuencia en las granjas lecheras.

1.1.1.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La leche es un líquido blanco mate y ligeramente viscoso, donde la composición y las características físico-químicas varían sensiblemente según las especies animales, y hasta según las razas. Estas características también varían en el curso del período de lactación, así como en el curso de su tratamiento.

² VAYAS, Resúmenes de la Materia de Procesamiento de Leche, 2008

1.1.1.3 PROPIEDADES FÍSICAS

La leche de vaca tiene una densidad media de 1,032 g/mL. Es una mezcla muy compleja y de tipo heterogénea, como un sistema coloidal de tres fases:

- Solución: los minerales así como los carbohidratos se encuentran disueltos en el agua.
- Suspensión: las sustancias proteicas se encuentran con el agua en suspensión.
- Emulsión: la grasa en agua se presenta como emulsión.

Contiene una proporción importante de agua, cerca del 87 %. El resto constituye el extracto seco que representa 130 g por litro, entre los que está 35 a 45 g de materia grasa. Otros componentes principales son los glúcidos lactosa, las proteínas, y los lípidos. Los componentes orgánicos (glúcidos, lípidos, proteínas, vitaminas), los componentes minerales (Ca, Na, K, Mg, Cl) y el agua.

La leche contiene diferentes grupos de nutrientes. Las sustancias orgánicas (glúcidos, lípidos, proteínas) están presentes en cantidades más o menos iguales y constituyen la principal fuente de energía. Estos nutrientes se reparten en elementos constructores, las proteínas y en elementos energéticos, los glúcidos y los lípidos. La leche contiene también elementos funcionales, iones minerales (Ca, P, K, Na, Mg), vitaminas y agua.

1.1.1.4 PROPIEDADES QUÍMICAS

- **GRASAS**

Debido a diversos factores que intervienen en la composición de la leche, el contenido de grasa en la leche vacuna varía notablemente; los valores porcentuales más comunes se encuentran entre 3,2 y 4,2%.

La materia grasa está constituida por tres tipos de lípidos:

- a. Las sustancias grasas propiamente dichas es decir los triglicérido y que forman el 96% del total de la materia grasa.
- b. Los fosfolípidos, que representan entre el 0,8 y el 1%.
- c. Sustancias no saponificables que constituyen otro 1%.

El resto lo constituyen digliceridos, monogliceridos, ácidos grasos libres, etc.

- **LACTOSA**

De todos los componentes de la leche es el que se encuentra en mayor porcentaje, del 4,7 al 5,2%, siendo además el más constante.

La lactosa es un carbohidrato disacárido (el “azúcar” de la leche) y se halla libre en suspensión. Químicamente, la lactosa es un disacárido de glucosa y galactosa.

En la leche se hallan dos isómeros de la lactosa: la α -lactosa y la β -lactosa; es poco soluble en agua y cristaliza muy rápido. La β -lactosa (63%) es la más soluble (hasta 17 g. en 100 mL. de agua), siendo la α -lactosa (37%) la que cristaliza.

“La alta temperatura degrada a la lactosa por encima de los 110°C; a esta temperatura la lactosa hidratada (α -lactosa) pierde su agua y se transforma en lactosa anhídrido. Luego, a temperaturas superiores a 130°C se produce la caramelización de la lactosa, tendiendo a combinarse, sin embargo con los componentes nitrogenados de la leche (reacción de Mayllord), entre el grupo carboxilo de la lactosa y los grupos aminos de las proteínas); esto hace que la leche tienda a tomar un tono pardo, siendo característico también en este caso el sabor a leche cocida (hervida) tal como se observa en leches muy esterilizadas”³.

Por acción de bacterias lácticas, la lactosa fermenta dando ácido láctico:



Lactosa

ácido láctico

Dando también algunos compuestos aromáticos tales como el acetil - metil carbinol y diocétilo. El ácido láctico puede a su vez transformarse por acción bacteriana (*Propionibacterium shermanii*) en ácido propionico, ácido acético y CO₂ como ocurre en los quesos Gruyere). El ácido láctico puede también ser transformado a ácido butírico por bacterias anaerobias.

³ Composición Química de la Leche, Presentación Visual, 2008.

La lactosa es el factor limitante en la producción de leche, o sea que la cantidad de leche que se produce dependerá de la formación de lactosa. Se distingue de los demás azúcares por su estabilidad en el tracto digestivo del hombre y es la única fuente de galactosa para el hombre.

- **SUSTANCIAS NITROGENADAS DE LA LECHE**

Las sustancias nitrogenadas constituyen la parte más compleja de la leche. Dentro de estas sustancias están las proteínas (las más importantes) y sustancias no proteicas.

Las sustancias proteicas de la leche pueden clasificarse en dos grupos:

a) Holoprótidos:

Son llamadas las proteínas solubles de la leche y se hallan en el lactosuero, producido cuando se coagulan las proteínas y constituyen el 17% del total de proteínas de la leche. Los principales holoprotidos presentes en la leche son: lactoalbuminos, lactoglobulina, inmuno globulina y seroalbumina. Tienen un gran valor nutritivo.

b) Heteroprótidos:

El principal heteroprótido de la leche es la caseína; la caseína comprende un complejo de proteínas fosforadas que coagulan en la leche a un pH de 4,6 (punto isoelectrico) o cuando se hallan bajo la acción de enzimas específicas como el cuajo, se los llama

proteínas insolubles, constituyen el 78% del total de las proteínas de la leche. Aunque genéricamente se llama caseína, en realidad existen varias caseínas: la α -caseína, la β -caseína, la κ -caseína y la caseína D.

Estas caseínas están compuestas por cadenas heterogéneas de 20 aminoácidos; estos aminoácidos son los siguientes: glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, serina, treonina, cisteína, cistina, metionina, ácido glutámico, ácido aspártico, lisina, arginina, histidina, fenilalanina, tirosina, triptófano, prolina, hidroxiprolina.

El contenido de caseína en la leche es del 2,7% aproximadamente (recuérdese que el contenido de sustancias nitrogenadas en la leche es del 3,7%).

La caseína (y todas las sustancias nitrogenadas) se hallan en la leche en forma de micelas, dispersas en suspensión coloidal. Las caseínas como ya se dijo, forman una estructura compleja: las caseínas α , β y κ se asocian y forman polímeros o complejos que en presencia de calcio y fosfatos se unen y forman agregados heterogéneos llamadas micelas. El calcio favorece la formación de micelas cuando está presente en pequeñas proporciones como en la leche. Una concentración 10 veces mayor provoca, por el contrario, la disolución del complejo calcio-caseína y la floculación de las caseínas sensibles al calcio.

La modificación del pH de la leche, ya sea por adición de ácidos o fermentación láctica provoca la destrucción de los micelos y neutraliza su carga eléctrica, teniendo como consecuencia que los micelos se aglomeren entre sí y precipiten; esto puede acelerarse con un agente deshidratante como alcohol o calor. Esa precipitación se produce como ya

se menciona a un pH de 4,6; mientras mayor sea la temperatura, la floculación de la caseína se produce a pH más elevado.

Las caseínas pueden ser precipitadas también por la acción enzimática, en particular la quimisisina o renina; en este caso la enzima transforma el caseinato de calcio a para caseinato de calcio que es soluble, pero que en presencia de iones calcio, estos se van fijando al procaseonato, se insolubiliza y forma un gel. A diferencia de la caseína precipitada por electrolitos (ácido), la caseína precipitada por electrolito (ácido), la precipitación con enzimas es irreversible.

Otra forma de coagular la caseína es con calor, pero a temperaturas superiores a 130°C y mantenidas en un cierto tiempo.

- **ENZIMAS**

La leche contiene varias enzimas. Algunas se hallan en las membranas de los glóbulos de grasa, por lo que son arrastradas cuando se separa la crema; entre ellos están los reductosos aldehydicos, fosfatosos, etc.

Otras enzimas floculan con la caseína a pH 4,6; por ejemplo los proteasos, catalosos, etc. Muchas veces es difícil saber el origen de las enzimas, ya que las bacterias que pueden hallarse semejantes a los que se sintetizan en las glándulas mamarias.

La actividad enzimática de la leche depende del pH y de la temperatura. La elevación de la temperatura a más de 70°C provoca su destrucción.

Las principales enzimas presentes en la leche son las siguientes: la lactoperoxidasa, reductasualdolasa (asociada a la membrana del glóbulo de grasa), catalasa, lipasas (responsables de la rancidez de la leche), fosfatasa (en la membrana del glóbulo de grasa), proteasas (asociadas a la caseína) amilasas (hay enzimas desnitrificantes y enzimas sacarificantes, α y β amilasas respectivamente), lisozima (es importante desde el punto de vista de la nutrición ya que facilita la precipitación de la caseína en forma de floculo lo que mejora su digestibilidad; por otra parte posee propiedades bacteriostáticas).

- **MINERÁLES Y ÁCIDOS ORGÁNICOS**

En la leche vacuna la cantidad de minerales varia en alrededor de 0,8%. Es rica en potasio, siendo importante también la presencia de fósforo y calcio y magnesio; el contenido de minerales es bastante superior al existente en la leche humana.

En cuanto a los ácidos orgánicos, la presencia más importante es la del ácido cítrico que interviene en el equilibrio de calcio en las micelas de caseína, contiene además, pero en muy pequeñas cantidades ácido fórmico, acético y láctico.

- **VITAMINAS**

La leche es el alimento que contiene la variedad más completa de vitaminas, sin embargo, estos se hallan en pequeñas cantidades y algunos no alcanzan para los requerimientos diarios.

Las vitaminas se clasifican en dos grupos según sean solubles en lípidos o en agua.

a) Vitaminas liposolubles:

Son las vitaminas A (100 a 500 mg/litro); vitamina D (2 mg/litro); vitamina E (500 a 1000 mg/litro); vitamina K (solo hay trazos). Estas vitaminas son resistentes al calor, se hallan en la materia grasa y son menos abundantes (solo la D), que en la leche humana.

b) Vitaminas hidrosolubles:

Se hallan en la fase acuosa y son: vitamina B₁ (tiamina o aneurina) y vitamina B₂ (riboflavina o lactoflavina): estas dos son las más abundantes: 400 a 1000 mg/litro de la B₁ y 800 a 3000 mg/l de B₂; vitamina B₁₂ (cianocobalamina) está presente en muy pequeñas cantidades; vitaminas PP ácido nicotínico): 5 a 10 mg/L; vitamina C (ácido ascórbico): ácido ascórbico): 10 a 20 mg/L.

De las vitaminas hidrosolubles la leche vacuna tiene más vitaminas del complejo B que la leche humana; algunos son muy resistentes a las temperaturas altas (como la B₁) mientras que otros se destruyen fácilmente con el calor (como la C).

1.1.1.5 CONTAMINANTES DE LA LECHE

La calidad de la leche puede determinarse por la existencia de diversos tipos de contaminantes. A estos, los podemos dividir en dos grupos contaminantes químicos y contaminantes biológicos.

- **CONTAMINANTES QUÍMICOS**

Los que más frecuentemente son posibles de hallar en la leche derivan del medio que rodean a la leche en el camino desde la ordeña a su proceso industrial. Es posible encontrar insecticidas (DDT, aldrin, dieldrin, heptacloruro fenol), herbicidas, fungicidas, sustancias higienizantes (cloro, peróxido de hidrogeno, sustancias amoniacaes, etc.) y algunos antibióticos (penicilinas, estreptomicinas, clorotetraciclinos, etc).

- **CONTAMINANTES BIOLÓGICOS**

Existe la posibilidad de que la leche sea presa de un gran número de agentes microbianos desde el momento de su producción, dependiendo en gran medida de las prácticas de higiene y sanidad observadas en el manipuleo durante la producción, transporte, proceso y venta.

Se pueden detectar en la leche los siguientes microorganismos:

- a) **Bacterias**

Pueden ser, según su morfología cocos (esféricos), bacilos (cilíndricos) y espirilos (en forma de espiral). Además pueden presentarse agrupados como diplococos (2 cocos); estreptococos (cocos en cadena), estafilococos (cocos unidos en forma irregular y en forma de racimos), tetrados (en grupos de cuatro).

b) Hongos.

Presentan el aspecto de una masa algodonosa, filamentosa. Generalmente se nutren o tienen preferencia por la familia de los azúcares.

Estos dos tipos vistos, son los que más comúnmente pueden hallarse en la leche, aunque es posible también la presencia de virus (microorganismos ultramicroscópicos que se desarrollan dentro de células vivas), rickettsias y amebas (que son animales unicelulares, siendo su presencia en la leche provocada por el uso de aguas contaminantes).

1.1.1.6 ACTIVIDADES BIOQUÍMICAS DE LOS MICROORGANISMOS

Los microorganismos, especialmente las bacterias y los hongos realizan distintos y complejas acciones químicas en los que participan variados números de enzimas; esta actividad la desarrollan sobre el medio que los rodean, y la leche, por su composición química, ofrece un medio de cultivo apropiado, especialmente para las bacterias, es así que podemos hallar bacterias que se alimentan” básicamente de las proteínas (actividad proteolítica), sobre las grasas (actividad bioquímica lipolítica), o grasas (actividad sacarolítica).

En la proteólisis, la acción de las enzimas proteolíticas y proteinasas provoca lo que se llama “coagulación dulce” de la leche, caracterizada por la formación de compuestos de reacción, en especial aminos, a la vez que se producen desprendimientos gaseosos

dando a la leche un olor desagradable. Las bacterias que más frecuentemente provocan esta coagulación son *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomonas putrefaciens*, *Pseudomonas viscosa*, *Proteus vulgaris*, *Streptococcus liquefaciens*. Al actuar sobre las proteínas, la degradan dando compuestos como péptidos, aminoácidos, amoníaco.

En la sacarólisis (actividad bioquímica sobre el azúcar de la leche), la lactosa se desarrolla en glucosa y galactosa, para luego por fermentación, producir ácido láctico. Se produce también una coagulación que, a diferencia de la proteolítica, es de naturaleza ácida, provocando un cierto olor agradable por la formación de algunos gases como el diacetilo.

En los microorganismos responsables de esta coagulación ácida tenemos: *Streptococcus lactis* y *Streptococcus cremoris*, que forman fundamentalmente ácido láctico (por eso son homofermentativos); en cambio la *Leuconostoc citrovorum*, aporta de ácido láctico forma otros compuestos tales como acetona y el ya nombrado diacetilo (que proceden del ácido cítrico presente en la leche).

Otro tipo de bacterias sacarolíticas son: *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus helveticus* (estos son homofermentativos); *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermentis* (estos dos son heterofermentativos), *Microbacterium lacticum*, *Micrococcus luteus* y otros.

Por último, en la lipólisis (actividad química de los microorganismos sobre la materia grasa), distintas bacterias y hongos provocan la descomposición de la grasa degradándola a glicerina y ácidos grasos.

Algunos de estos ácidos grasos son los responsables del sabor rancio de algunas leches. Entre los microorganismos que inducen la lipolisis son: *Pseudomonas fluorescens*, *Achromobacter lipolyticum* y los hongos *Candida lipolytica* (es una levadura) y *Penicillium*.

Otros tipos de bacterias pueden producir gases, como las coliformes y el *Clostridium butyricum*, que es una bacteria anaeróbica, cuyo efecto puede observarse en la maduración del queso al cual le ocasiona hinchamiento.

La *Enterobacter aerogenes* provocan compuestos gomosos, por último, la *Pseudomonas ichthyosmia* provoca un típico olor y sabor a pescado debido a la formación de trimetilamina debido a la formación de trimetilamina que se genera por el ataque a la Lecitina.

- **MICROORGANISMOS DE ORIGEN MAMARIO**

Aunque la leche se obtiene por vacas sanas y en las mejores condiciones asépticas, es raro que sea enteramente estéril, debido a la anatomía de su ubre (conductos gruesos y poco ramificados que facilitan la penetración de microorganismos por vía ascendentes).

El microorganismo que más frecuentemente es posible hallar en las glándulas mamarias es el *Streptococcus corynebacterium*, que rara vez sufra los 1000 microorganismos por milímetro.

a) Microorganismos causantes de la mastitis o mamitis.

Estos agentes microbianos se hallan en glándulas mamarias infectadas, pueden nombrarse *corinebacterium pyogenes*, *Pseudomonos* y *Escherichia coli*. Entre los estreptococos, el *Streptococcus pyogenes* y *Streptococcus agalactial* (que no coagulan la leche); el *Streptococcus pyogenes* es patógeno para el hombre pudiendo provocar infecciones en la garganta.

Entre los estafilococos, se encuentra el *Staphylococcus aureus lácticos*, lo cual se traduce en la disminución de la cantidad de leche que produce una vaca.

La propagación de los microorganismos mastíticos pueden deberse a las condiciones de la ordeña, el medio ambiente externo y la edad de la vaca, puesto que cuanto más viejas más proclives son a la infección. Las leches con mastitis producen pérdidas económicas (por la baja producción), cambiar en la composición de la leche y resultan difíciles de coagular y de desuerar. Los microorganismos de la mastitis quedan destruidos durante la pasteurización.

b) Otros microorganismos que infestan las mamas.

Las glándulas mamarias son posibles de infectarse con microorganismos provenientes de la sangre del animal. Entre estos están el *Mycobacterium tuberculosis* (variedad hominis y variedad bovis) causantes de tuberculosis en el hombre; también puede hallarse la *Brucellosis* (*Brucella abortus* y *Brucellis melitensis*) causantes de brucelosis en el hombre y provocan abortos en las vacas.

El *Mycobacterium tuberculosis* es muy resistente en medios ácidos y es bastante termoresistente y por eso que el estudio de la pasteurización se hacen basados en la resistencia térmica de este microorganismo.

c) Fuentes de contaminación externa:

Los orígenes de la contaminación externa hay que buscarlos en la ordeña, el medio ambiente, la limpieza del animal, limpieza y salud del personal que trabaja, limpieza de maquinas, equipos y utensilios utilizados y en la calidad del agua.

Es así como el aire, por ejemplo, puede transportar bacterias del suelo en donde puede haber excrementos (que contaminan con bacterias tales como la *Escherichia* y la *Salmonella*), restos de alimentos, pajas, etc. Por otro lado si el animal no está limpio es común encontrar en él diversas partículas contaminantes.

Si no se hace una limpieza profunda de maquinarias y utensilios que se usan en el proceso de la leche, es fácil tener contaminación, especialmente en ciertos ángulos y rugosidades de las mismas, pues ahí es donde más fácilmente se desarrollan los microorganismos.

Por último, deberán controlarse la calidad del agua utilizada en los plantas de proceso pues deben tener una baja cuenta microbiana y pocos cloruros, pues estos causan problemas en la elaboración de manteca y quesos.

1.2 YOGURT

1.2.1 GENERALIDADES

“El yogurt, es un producto muy apetecido por el hombre, ya que éste contiene un efecto beneficioso para las funciones del aparato digestivo, contiene una acción desintoxicante, anti fermentativa, antiputrefactiva. Con la ayuda de probióticos ayuda a la conservación y regeneramiento de la flora bacteriana interna, también tiene la propiedad de regular las funciones digestivas, entre otras. Otras de las atracciones del hombre es por su agradable sabor con o sin la fruta”⁴.

“El yogurt es una leche que debido al desarrollo de dos microorganismos (*Streptococos termófilos* y *Lactobacillus bulgaricus*), ha adquirido un característico sabor. El yogurt es ácido y tiene una fina y suave textura, que va desde un firme gel hasta un líquido viscoso como las natillas, dependiendo de la técnica de fabricación”⁵.

“El yogurt es uno de los productos lácteos coagulados que se obtiene a través de la fermentación; ésta coagulación se da debido a la acción de los dos tipos de bacterias anteriormente mencionadas. El yogurt se hace y se consume en muchas partes del mundo y tiene muchos nombres.”(4) Por ello según de donde proceda puede llamarse: Yogur, yogurt, yogourt, yoghourt, yaourti, yaourt, jogurt, kiselo mieko, mast, prostokvasha, madzoon y laban zabadi, entre otros. Es conveniente recordar esto, porque muchos yogures tienen gustos y aspectos muy distintos. Hasta ahora existen

⁴ VILLALVA, Elaboración de Yogurt, 2006, pp 48

⁵ BLACK; Producción Casera de Mantequilla Quesos y Yogurt, 1990, pp 125

grandes cantidades de fabricantes, con una extensa variedad de producto y con su propia línea de producción.

“El yogur, yogurt o yogurth, es el producto obtenido por la fermentación de la leche estandarizada entera, parcialmente descremada o descremada, pasteurizada, producida por los cultivos de las bacterias lácticas viables *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*, adicionado o no de aditivos”⁶.

El Ministerio de Salud Pública de Chile, indica que yogur es el producto lácteo coagulado obtenido por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacillus Bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*, a partir de leche pasteurizada entera, parcialmente descremada o descremada, leche en polvo entera, parcialmente descremada o descremada o una mezcla de estos productos. En su elaboración se podrá adicionar:

- Ingredientes aromatizantes naturales: frutas (fresca, en conserva, congelada, en polvo, puré, pulpa, jugo), cereales, miel, chocolate, cacao, nueces, café, especias y otros aromatizantes autorizados
- Azúcar y/o edulcorantes autorizados.
- Aditivos alimentarios autorizados: aromatizantes, colorantes, estabilizantes y como preservante ácido sórbico y sus sales de sodio y potasio, cuya dosis máxima será de 500 mg/kg expresada como ácido sórbico.
- Cultivos de bacterias adecuadas productoras de ácido láctico.

⁶ VAYAS, Procesamiento de Leche, 2008, pp. 36

1.2.2 IMPORTANCIA DE CONSUMIR YOGURT

Dada la aplastante evidencia científica que demuestra cuán insensato es el depender de la leche de vaca como alimento de sostén y mantenimiento, muchas personas se han refugiado en el Yogurt, muchas veces justificando su consumo destacando las virtudes terapéuticas y nutricionales de éste. El yogurt es, definitivamente, superior a la leche, y no reporta los daños que esta puede producir en vista de que tanto sus grasas como sus proteínas aparecen en forma predigeridas, lo cual facilita su digestión. por otro lado, el yogurt posee aún más calcio y potasio que la misma leche, y su contenido de lactasa le permite al cuerpo manejar la lactosa del mismo yogurt sin contratiempo alguno. “Terapéuticamente, el yogurt no tiene rival en el reconocimiento de la flora intestinal, gracias a la presencia del bacilo *acidophilus*, y en los casos de canceres de seno y de colon ha mostrado ser altamente efectivo”⁷.

1.2.3 VALOR NUTRITIVO DEL YOGURT

“El valor nutritivo del yogurt se considera que ésta relacionado con la leche que se utiliza, por cuanto el yogurt contiene más proteínas, tiamina y riboflavina que la leche, pero menos vitamina A”⁸. Hay poca diferencia entre el contenido de los elementos nutritivos que suministran energía que la leche. La aromatización y coloración del yogurt con extracto de frutas, confituras o aromas naturales han hecho aumentar el número de consumidores.

⁷ Manual de Industria Láctea, 2011

⁸ PORTER, La Ciencia de los Alimentos, 1981, pp 82

TABLA 1.2.3-1
COMPOSICIÓN DEL YOGURT COMÚN

DETALLE	CONTENIDO
Sólidos totales, %	11,0
Grasa, %	1,70
Proteína, %	3,45
Carbohidratos, %	5,10
Cenizas, %	0,75

Fuente: Revilla (2006)

TABLA 1.2.3-2:
COMPOSICIÓN NUTRITIVA DEL YOGUR

Nutriente	Yogur descremado	Yogur entero	Yogur de fruta
Agua, %	90,6	87,6	81,2
Grasa, %	1,1	4,5	3,3
Proteína, %	3,7	3,7	2,8
Glúcidos, %	3,9	3,5	12,0
Minerales, %	0,7	0,7	0,7

Fuente: Vayas (2008)

1.2.4 CALIDAD NUTRITIVA

La composición química de los alimentos es la mejor indicación de su potencial valor nutritivo; el yogurt puede suponer una importante contribución en cualquier dieta.

Cifras típicas de concentración de algunos compuestos mayoritarios de leche y el yogurt.

TABLA 1.2.4-1:
CALIDAD NUTRITIVA DEL YOGURT

Compuesto	Leche		Yogurt		
	Entera	Descremada	Entero	Desnatado	De frutas
Calorías (g)	67,5	36	72	64	98
Proteínas (g)	3,5	3,3	3,9	4,5	5
Grasa (g)	4,25	0,13	3,4	1,6	1,25
Carbohidratos (g)	4,75	5,1	4,9	6.5	18.6
Calcio (mg)	114	121	145	150	176
Fósforo (mg)	94	95	114	118	153
Sodio (mg)	50	52	47	51	--
Potasio (mg)	152	145	186	192	254

Fuente: Yogurt, Ciencia y tecnología, Facultad de alimentos

1.2.5 ELABORACIÓN INDUSTRIAL DEL YOGURT

Actualmente en la elaboración del yogurt en forma industrial se debe seguir el siguiente proceso:

- “Seleccionar leche fresca de buena calidad sin antibióticos, sin mastitis. Luego del ordeño lo más pronto posible se debe realizar un tratamiento térmico.
- Pasteurizar la leche destinada para este proceso, se lo realiza de 85 - 90 °C con un período de retención de 5 minutos. Este tratamiento térmico es algo más intenso que el aplicado a la leche para consumo, se consigue mayor viscosidad y menor tendencia a la liberación de suero.
- La inoculación se realiza luego del tratamiento térmico, bajando la temperatura a 45

- 46 °C en este momento se adiciona el fermento lácteo que está conformado por bacterias lácticas productoras de ácido láctico. La incubación se realiza durante 4 a 6 horas manteniendo la temperatura entre 45 y 46 °C a partir de este tiempo, podemos iniciar el enfriamiento de yogurt.

- Establecer el momento que se ha acabado su proceso de fermentación, midiendo su acidez, un promedio de 80 grados Dornick, si no se posee este equipo se puede saber con una simple observación, en los bordes del recipiente cuando comienza a salir una especie de líquido acuoso (no suero), por otro lado con la introducción de una cuchara podemos ver la consistencia de la masa o gel de este yogurt.
- La adición de sabores y frutas se efectúa al terminar la incubación; se rompe el gel mediante una agitación suave, se baja la temperatura a 20 °C y se le adiciona la mermelada de frutas, azúcar, colorantes, esencias, saborizantes y conservantes.
- Envasar para posteriormente refrigerar a 4 °C quedando el producto listo para su comercialización, su duración es de 15 días.”⁹

1.2.6. ESPECIFICACIONES DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL YOGURT

1.2.6.1 ESTANDARIZAR LA LECHE

Para la estandarización de la leche se utiliza principalmente la descremadora con el fin

⁹ REVILLA, Tecnología de la Leche, 1996, pp. 43-46

de normalizar la cantidad de grasa en un 2% y de sólidos en un 7% que va a contener el producto, es necesario precalentar la leche a aproximadamente 35 °C, para garantizar una distribución homogénea de la grasa.

1.2.6.2 MEZCLAR INGREDIENTES

Todos los ingredientes sólidos son pesados, mientras que los líquidos pueden ser pesados o dosificados por medidores volumétricos. Para la mezcla de los ingredientes se recomienda el uso de tanques (marmitas) provistos de agitadores, con el fin de asegurar una distribución adecuada de todos los ingredientes. Cuando un yogurt natural se produce en forma correcta no requiere del empleo de un estabilizador, si fuese necesario se recomienda mezclarlo con el azúcar y agregarlo a una temperatura de 45 °C.

1.2.6.3. HOMOGENIZAR

La estabilidad y consistencia del yogurt se ven mejorados por esta operación. La firmeza del gel aumenta al hacerlo. Se recomienda la utilización de una presión de 100 kg/cm² y de una temperatura de 40 °C. Además de aumentar la estabilidad y la consistencia, la homogenización da al yogurt “cuerpo” evitando que la grasa presente en el producto se separe.

1.2.6.4. PASTEURIZAR

La pasteurización permite una mezcla libre de microorganismos patógenos, ayuda a

disolver y combinar los ingredientes, mejora el sabor y la calidad de almacenamiento, a la vez permite que el producto sea uniforme. Para esta operación se recomienda el uso de una marmita en donde se coloca la mezcla que deberá ser llevada a una temperatura de 85 °C durante 30 minutos.

Con el uso de esta temperatura y tiempo se busca la coagulación de las proteínas del suero, pues en estas condiciones contribuyen a la estabilidad del cuerpo del producto.

1.2.6.5. ENFRIAMIENTO

Con el fin de que el producto tenga una temperatura adecuada al añadirle el cultivo se debe enfriar el mismo hasta una temperatura de 40 - 45 °C. Para esta operación se recomienda que se haga lo más higiénicamente posible, con el fin de no contaminar la mezcla además de hacerlo rápido.

1.2.6.6. INOCULACIÓN

Se utiliza para inocular la mezcla entre 2 - 3 % de cultivo formado por partes iguales de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Se debe mezclar muy bien al agregar el cultivo y procurando extremar las medidas higiénicas con el fin de evitar una contaminación.

1.2.6.7. INCUBACIÓN

La mezcla con el cultivo se debe incubar a 45 °C durante 3 - 4 horas, tiempo en el que el

yogurt debe adquirir un pH de 4,6 - 4,7, aunque el pH expresa solo la concentración de hidrogeno y se utiliza para medir la acidez.

1.2.6.8. BATIDO

Para esta operación se recomienda el uso de una mezcladora. Con este paso también se persigue que el yogurt se enfríe para que no entre demasiado caliente a la cámara de refrigeración.

1.2.6.9. EMPAQUE

Después de que el producto es batido deberá ser colocado en los recipientes en los que se distribuirá según se desee.

1.2.6.10. ALMACENAMIENTO

Después de ser empacado el producto se coloca en cámaras frigoríficas con una temperatura de 5 °C, donde se mantendrá hasta su uso”.

1.3. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

Optimización de productos y procesos industriales presenta herramientas para la reducción efectiva de costes, mejorando la calidad de los productos y el rendimiento de los procesos.

Factores clave como el análisis del desarrollo del producto, la prevención de incidencias así como la evaluación de proyectos se analizan detenidamente.

Una de las formas que tiene cualquier empresa industrial para ser más competitiva es mediante la optimización de sus procesos industriales. Este hecho añadido a la necesidad de ser más eficaces y respetuosos con el medio ambiente hace que esta área sea de vital interés para muchas empresas.

1.3.1 CONTROL DE PROCESOS

El objeto de control de procesos, es mantener en determinado valor de operación las variables de proceso, como por ejemplo: temperaturas, presiones, caudales, composición, etc.

Los sistemas de control, son sistemas físicos que tienen una conducta dinámica, por eso su estudio provee una base para el entendimiento general de los sistemas dinámicos. Esto es vital puesto un sistema debe ser primero entendido a fin de que sea efectivamente controlado.

1.3.2 BALANCES DE MASA

En primer lugar, hablaremos algunas definiciones necesarias para introducir las operaciones o procesos unitarios.

“Un sistema se puede entender como un conjunto de componentes que actúan de

manera conjunta a fin de cumplir con ciertos objetivos. No necesariamente se limita a objetivos meramente físicos, sino que puede aplicarse a fenómenos dinámicos abstractos pertenecientes a otras áreas del conocimiento”¹⁰.

Cuando se estudia un sistema, o una porción de un sistema, es imprescindible establecer la frontera del sistema. Dependiendo del proceso a ser analizado, habrá que delimitar hasta donde una unidad o parte pertenece o no al sistema objeto de estudio. Al delimitar el objeto de estudio, es posible formular las estrategias de análisis y resolución del problema planteado. Toda parte o componente que no pertenece al sistema en estudio (que está fuera de la frontera del sistema) se considera parte de los alrededores o del entorno.

Un sistema se considera abierto cuando se transfiere materia por la frontera del sistema; es decir, que entra materia del entorno al sistema o sale materia del sistema hacia el entorno, o ambas cosas. Un sistema es cerrado cuando no tiene lugar una transferencia semejante de materia, durante el intervalo de tiempo en el que se estudia el sistema.

Un balance de materia es simplemente la aplicación de la Ley de conservación de la masa: “La materia no se crea ni se destruye”. En un proceso químico, en particular, no es más que el conteo o inventario de cuánto entra, sale y se usa de cada componente químico que interviene en cada proceso. Se podría traducir la ley de conservación de la masa, para este caso, como sigue: El total de la masa que entra a un proceso o unidad es igual al total de la masa que sale de esa unidad. Haciendo referencia a la masa y no a la

¹⁰ FELDER, Principios Elementales de los Procesos Químicos, 2004, pp 52

cantidad de materia (medida en moles) ni a cualquier otra relación física de los componentes (volumen, área, etc).

Los balances de materia se aplican a cualquier sistema al que se le hayan definido sus fronteras, no importa si su naturaleza es física, química o abstracta. Son una de las herramientas básicas de análisis de los sistemas, así como también lo son: el balance de energía, las relaciones físico-químicas entre algunas variables y las especificaciones o restricciones en el funcionamiento del proceso.

Los diagramas de flujo son muy útiles al momento de analizar un sistema. Estos diagramas permiten representar mediante rectángulos las operaciones unitarias o procesos y mediante flechas las corrientes de los componentes que intervienen en el sistema y que circulan entre las unidades de operación.

1.3.2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PROCESOS

Basándose en la dependencia o no respecto del tiempo, un proceso puede clasificarse como:

- Proceso en estado estacionario, aquel cuyo estado no cambia en el tiempo o sus variaciones son despreciables durante un intervalo de tiempo suficientemente amplio.
- Proceso en régimen transitorio (estado no estacionario), aquel cuyo estado varía en

el tiempo, haciendo que los valores de las variables involucradas presenten cambios significativos en su dinámica.

Basándose en la manera en que es diseñado para llevar a cabo sus operaciones, un proceso puede ser clasificado como:

- Proceso continuo, cuando las corrientes de entrada y descarga fluyen de manera continua durante todo el proceso.
- Proceso por lotes o intermitente, cuando, por ejemplo, se cargan en un recipiente las corrientes de alimentación al comienzo del proceso solamente y, después de transcurrido cierto tiempo, se retira el contenido del recipiente en parte o en su totalidad.
- Proceso semicontinuo, cuando tiene características de los dos anteriores.

Por su naturaleza, los procesos por lotes y semicontinuos operan en estado no estacionario, mientras que los procesos continuos pueden ser estacionarios o inclusive transitorios.

Estos últimos se comportan como procesos transitorios cuando son arrancados (se inicia su operación a partir de ciertas condiciones iniciales o de partida) o cuando se modifica alguna variable interventora (de manera intencional o no) en el mismo, pero por lo general, ellos operan muy cerca de su condición estacionaria.

1.3.2.2 LA ECUACIÓN GENERAL DE BALANCE DE MATERIA

Todo sistema o proceso está gobernado por la Ley de conservación de la masa. De manera general, un balance de materia se escribe como:

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = \text{Acumulación} \quad \text{Ec.1.4.2.2-1}$$

Por *entrada* se considera toda la materia que ingresa al sistema a través de sus fronteras. Por *generación*, toda la materia que se produce dentro del sistema cuando el proceso es reactivo). La *salida* corresponde a toda la materia que sale del sistema a través de sus fronteras. El *consumo* se refiere a la materia que se consume o utiliza dentro del sistema (cuando el proceso es reactivo). La *acumulación* corresponde a la materia que se acumula dentro del sistema

“La mayoría de procesos químicos puede ser estudiada apropiadamente suponiendo condiciones de operaciones estacionarias o muy cercanas al estado estacionario”¹¹. Solo de manera excepcional, se requiere considerar regímenes transitorios en algunos sistemas de mayor complejidad que no admiten un estudio simplificado de su comportamiento.

Para procesos reactivos en estado estacionario, la ecuación general se reduce a:

$$\text{Entrada} + \text{Generación} - \text{Salida} - \text{Consumo} = 0 \quad \text{Ec.1.4.2.2-2}$$

Pues no hay acumulación de materia. La formación de productos y el consumo de

¹¹ HIMMELBLAU, Principios Básicos y Cálculos de Ingeniería Química, 1997, pp. 153

reactivos dependerán de las reacciones químicas involucradas en el proceso de estudio.

Ahora bien, si en el proceso no se suceden transformaciones químicas de materia, es decir, no hay reacciones químicas involucradas (el proceso es no reactivo), los términos de generación de productos y consumo de reactivos son nulos. En ese caso, la ecuación anterior se simplifica hasta quedar como sigue:

$$\text{Entrada} = \text{Salida} \quad \text{Ec.1.4.2.2-2}$$

La expresión de balance de materia es válida tanto para sistemas continuos como por lotes.

1.3.3 BALANCES DE ENERGÍA

Al diseñar un proceso no solo se requiere hacer un estudio de materiales, capacidad de las unidades, conectividad y demás aspectos involucrados e imprescindibles para ello. Es preciso tomar en consideración las cantidades de materia que serán tratadas en dichas unidades y que serán transformadas en otros productos, así como el consumo o producción energética asociados al proceso en cuestión. Este último aspecto gana relevancia en esta época pues a nivel mundial, por diversas razones, se viene buscando el ahorro de energía, más aun cuando la misma proviene de recursos naturales no renovables (gas, petróleo, otros) de alto costo para la mayoría de países.

Procesos en los cuales el objetivo es la recuperación máxima del calor (por ejemplo, en

el calentamiento o enfriamiento de un fluido), en la producción efectiva de calor en hornos y calderas (que conlleva el cálculo de pérdidas energéticas y aislamientos), en el cálculo del consumo de combustible de una maquinaria para producir trabajo y calor, es imprescindible el análisis energético.

1.3.3.1 PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA

De manera general, se puede definir *energía* como la capacidad de producir un efecto sobre un cuerpo. En física, se dice que la energía es la capacidad para producir un trabajo. A su vez, el trabajo puede definirse como la productividad que la energía puede proporcionar al ser aplicada sobre un cuerpo por unidad de tiempo.

La cantidad de energía que tiene un sistema no se puede determinar, por lo tanto se suele medir la cantidad de energía de un sistema con respecto a un valor “arbitrario” de referencia. En realidad lo que más interesa es conocer los cambios en los niveles de energía que puede experimentar un sistema, y no la energía absoluta en un momento determinado.

Para medir los cambios de energía en un sistema es necesario definir claramente la frontera entre el sistema o sus partes y los alrededores. Un sistema encerrado por una frontera a través de la cual no hay transferencia de masa (ni del sistema al entorno ni del entorno al sistema) se denomina *sistema* cerrado. Un sistema abierto es la contraparte del anterior, es decir, se permite el intercambio de masa entre el entorno y el sistema o sus partes.

1.3.3.2 TRANSFERENCIA DE ENERGÍA: CALOR Y TRABAJO

Considérese el caso de un sistema cerrado en el que sucede alguna transformación. La energía podría transferirse entre el sistema y el entorno de dos maneras posibles: en forma de trabajo y en forma de calor.

El trabajo es una forma de energía que resulta como respuesta a cualquier fuerza impulsora (por ejemplo: una fuerza de empuje, un torque o un voltaje). Este tipo de energía aparece solo mientras está ocurriendo un cambio de estado en el sistema. Una vez que el cambio de estado cesa, desaparece el trabajo. No es posible almacenar trabajo. En la nomenclatura especializada se ha convenido que el trabajo es de signo positivo si es hecho sobre el sistema, y tendrá signo negativo si es trabajo hecho sobre el entorno.

La segunda forma de energía en tránsito es el calor, el cual es una forma de energía que fluye como resultado de la diferencia de temperatura entre el sistema y el entorno. La dirección de flujo es siempre desde el de mayor temperatura hacia el de menor temperatura.

“Al igual que el trabajo, el calor se manifiesta solo cuando hay un cambio de estado en el sistema. Por convención de signos, el calor es positivo cuando se transfiere al sistema y es negativo cuando se transfiere del sistema al entorno. Hay tres formas de transferencia de calor: por conducción, convección y radiación”¹².

¹² FELDER, Principios Elementales de los Procesos Químicos, 2004, pp. 89

Una expresión empírica para estimar la transferencia de calor (en un proceso en estado estacionario) es:

$$Q = mC\Delta T \quad \text{Ec.1.3.3.2-1}$$

Donde m es la masa. C es la capacidad calorífica (a presión constante o a volumen constante) y ΔT la diferencia de temperatura entre los instantes final e inicial. Al analizar la transferencia de energía entre dos bloques se tiene que el bloque A transfiere energía en forma de calor al bloque B. Es decir:

$$Q_A = Q_B \quad \text{Ec.1.3.3.2-2}$$

Siendo el término de la izquierda de signo negativo pues el sistema transfiere energía a su entorno mientras que este último aumenta su energía (la cual absorbe del entorno).

De las ecuaciones **Ec.1.3.3.2-1** y **Ec.1.3.3.2-2** resulta que:

$$m_A C_A (T_f - T_i) = m_B C_B (T_f - T_2) \quad (4.10) \quad \text{Ec.13.3.2-3}$$

1.3.4. DEFINICIONES

1.3.4.1 PROCESO

Es la función y operación utilizada en el tratamiento del material para obtener un producto.

1.3.4.2 VARIABLES DE PROCESO

Las variables de proceso son magnitudes tales como presión, flujo, nivel, etc., que van a ser controladas o supervisadas. El entendimiento del comportamiento de las variables de proceso involucradas en una medición permite una adecuada selección de la instrumentación a ser implantada en un proceso industrial.

1.3.4.3 VARIABLES DE PRODUCTO

Son los valores reflejados del control de las variables en el proceso es decir dan los resultado en el producto terminado.

1.3.4.4 ACIDEZ TITULABLE

Es la acidez de la leche, expresada convencionalmente como contenido de ácido láctico, y determinada mediante procedimientos normalizados.

1.3.4.5 CONTENIDO DE PROTEÍNAS EN LA LECHE

Es la cantidad de nitrógeno total de la leche, expresada convencionalmente como contenido de proteínas, y determinada mediante procedimientos normalizados.

1.3.4.6 CONTENIDO DE GRASA DE LA LECHE

Es la cantidad, expresada en porcentaje de masa, de sustancias, principalmente grasas, extraídas de la leche mediante procedimientos normalizados.

1.3.4.7 COLIFORMES

Bacterias de forma bacilar, Gram negativas, aerobias y anaerobias facultativas, móviles e inmóviles, no esporuladas que forman colonias características en agar Cristal Violeta Rojo neutro Bilis (V R B) o similar cuando se incuban a $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ los productos refrigerados y a $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ los productos que se mantienen a temperatura ambiente y se utiliza el medio y el método descrito. Este grupo es utilizado como indicador del grado de higiene.

1.3.4.8 RECuento DE COLIFORMES

Es la determinación del número de coliformes viables por gramo o cm^3 muestra de alimento.

1.3.4.9 COLIFORMES FECALES

Es un grupo de coliformes que en presencia de sales biliares u otros agentes selectivos equivalentes fermenta la lactosa con producción de ácido y gas a temperatura entre 44 y $45,5^{\circ}\text{C}$. Este grupo contiene una alta proporción de *E coli*₂ tipo I y II y que en general

puede considerarse como equivalente a *E. coli*, siendo por ello útiles como indicadores de contaminación fecal en los alimentos.

1.3.4.10 MOHOS

Son ciertos hongos multicelulares, filamentosos, cuyo crecimiento en los alimentos se conoce fácilmente por su aspecto aterciopelado o algodonoso. Están constituidos por filamentos ramificados y entrecruzados, llamados "hifas", cuyo conjunto forma el llamado "micelio" que puede ser coloreado o no.

Los mohos pueden formar, sobre ciertos alimentos, toxinas, llamadas micotoxinas. Provocan la alteración de productos alimenticios, especialmente los ácidos: yogur, jugos, frutas, etc., o los de presión osmótica elevada: productos deshidratados, jarabes, algunos productos salados, etc.

1.3.4.11 LEVADURAS

Son hongos cuya forma de crecimiento habitual y predominante es unicelular. Poseen una morfología muy variable: esférica, ovóidea, piriforme, cilíndrica, triangular o, incluso, alargada, en forma de micelio verdadero o falso. Su tamaño supera al de las bacterias. Al igual que los mohos, causan alteraciones de los productos alimenticios, especialmente los ácidos y presión osmótica elevada.

1.3.4.12 RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS VIABLES

Es la determinación del número de colonias típicas de levaduras y mohos que se desarrollan a partir de un gramo o centímetro cúbico de muestra, en un medio adecuado e incubado entre 22°C y 25°C.

1.3.5 BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

El incremento del Comercio Internacional de los alimentos ha aumentado el riesgo de la transmisión fronteriza de agentes infecciosos y pone el riesgo de adoptar un sistema internacional al estimar el riesgo que supone para la salud de las poblaciones. La globalización de los alimentos, y los acuerdos establecidos de competitividad establecen exigencias en la calidad de los alimentos que se producen. Sin embargo una de las premisas más importantes que se establece cuando definimos alimento, es que no produzca daño a la salud del consumidor y es por esto que se manifiesta en el mundo la preocupación por la inocuidad de los mismos. Con la globalización y la comercialización también está implícita la comercialización de los microorganismos indígenas de un país a otro.

En el caso de las materias primas de origen lácteo, se encuentran asociados riesgos microbiológicos por la presencia de *Salmonella*, *E.coli* O 157: H, *Lysteria monocytógenes*, *C. Perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Mycobacxterium tuberculoso*, *Brucella* razones por las cuales la estrategia mundial para garantizar la inocuidad de estos productos y proteger la salud pública está orientada hacia la adopción y la

implementación de una regla definitiva sobre la reducción de patógenos.

1.3.5.1 DEFINICION

Se entienden como todos los procesos y procedimientos que controlan las condiciones operacionales dentro de un establecimiento tendiente a facilitar la producción de alimentos inocuos.

Las primeras normas surgieron en Estados Unidos, a través de un programa conjunto FAO/OMS cuyos objetivos son:

- Proteger la salud de los consumidores y asegurar el establecimiento de las prácticas equitativas en el comercio de productos alimenticios.
- Fomentar la coordinación de todos los trabajos que se realcen sobre normas alimentarias por organizaciones internacionales gubernamentales y no gubernamentales
- Determinar prioridades e iniciar y orientar la preparación de proyectos de normas y códigos
- Ultime las normas y los códigos de prácticas y una vez que hayan sido aceptadas por los gobiernos, publicarlas en un Codex Alimentarius, bien como normas y códigos de prácticas regionales ó bien como normas y códigos de prácticas mundiales.

1.3.5.2 NORMATIVAS A SEGUIR DENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA

Para mejorar la seguridad de la leche y derivados, se seguirán las normas de acuerdo a cada fase de la producción, la elaboración, la distribución y la cadena de comercialización de los alimentos, teniendo en cuenta que no se puede evitar la presencia de microorganismos que naturalmente se alojan en la leche cruda, la cual ira desde las instalaciones donde se realizara, hasta la forma de almacenamiento:

1.3.5.2.1 INSTALACIONES

- a) Edificios e Instalaciones Sanitarias: Localización y accesos ubicados en lugares que no representen riesgos, accesos limpios, libres de acumulación de basuras, pavimentados.
- b) Diseño y Construcción: Protección de los ambientes de producción, protección contra el ingreso de plagas y animales y separación física ó funcional de áreas susceptibles de contaminación. Tendrá un tamaño adecuado evitando la contaminación cruzada¹³ y que facilite las operaciones de saneamiento.
- c) Abastecimiento de agua: Contará con suficiente agua potable para el desarrollo de los procesos, y las operaciones de limpieza y desinfección, con suficiente presión y temperatura requerida. Deberá disponer de tanque almacenamiento y distribución por tubería demarcada. Dispondrá en caso necesario de agua no potable en

¹³ **Contaminación cruzada** es el proceso por el cual los alimentos entran en contacto con sustancias ajenas, generalmente nocivas para la salud.

obtención de vapor, sistema contra incendios, lavado de exteriores, ó para sistemas de enfriamiento indirecto.

d) Condiciones específicas de las áreas de elaboración:

Pisos y Drenajes

Paredes

Techos

Ventanas y otras aberturas

1.3.5.2.2 EQUIPOS Y UTENSILLOS

- a) El procesamiento y preparación de los alimentos debe tener la tecnología y capacidad de producción diseñada de forma tal que se evite la contaminación, sea de fácil limpieza y desinfección.
- b) Debe encontrarse dotado de instrumentos y accesorios que faciliten los registros de información y toma de muestras que se requieran para el control del proceso

1.3.5.2.3 PERSONAL MANIPULADOR DE PRODUCTO

- a) Estado de salud: Exámenes periódicos, y prácticas personales higiénicas, medidas de protección y hábitos que garanticen la no contaminación de los alimentos por su manipulación

- b) Educación y Capacitación: Todo el personal que trabaje en alimentos deberá tener información en materia de educación sanitaria, en las actividades propias a desarrollar y en identificación y prevención de la contaminación
- c) Desarrollar planes de capacitación continuos y permanentes

1.3.5.2.4 ACTIVIDADES DE FABRICACIÓN

Desde la obtención de materias primas, procesamiento, empaque, almacenamiento y distribución en esta etapa se consideran

- a) Las materias primas e insumos deben tener especificaciones técnicas, banco de proveedores y análisis de calidad y condiciones de almacenamiento
- b) Las Operaciones de fabricación, Procesos continuos y secuenciales deben mantener las condiciones higiénicas, conocimiento pleno de los flujos de proceso y controles específicos de calidad previniendo la contaminación cruzada y la correcta aplicación y vigilancia de las técnicas de procesamiento de acuerdo al proceso aplicado
- c) Las operaciones de envasado deben incluir: Identificación del lote de producción, planes de trazabilidad y registros de control

1.3.5.2.5 ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

- a) Se debe prevenir y cubrir todas las etapas de procesamiento desde la obtención y recepción de materias primas y sus especificaciones hasta la distribución.
- b) Debe establecer las especificaciones de materias primas y condiciones de almacenamiento
- c) Establecer las pautas para la elaboración y manejo de la Documentación, de manuales, instrucciones de equipos, procedimientos estandarizados, planes de muestreo y controles de inocuidad
- d) Establecer los planes de muestreo, procedimientos de análisis y análisis del producto desde la materia prima, en proceso, producto terminado y producto en distribución.
- e) Establecer los lineamientos para el análisis y registro de los resultados
- f) Para desarrollar estas funciones debe contar con un laboratorio lo suficientemente dotado y personal de apoyo debidamente capacitado.

1.3.5.2.6 SANEAMIENTO

Toda planta de proceso debe implementar y desarrollar un plan de saneamiento con el

objetivo de disminuir los riesgos de contaminación cruzada y acordes con el proceso que realiza, para lo cual debe establecer:

- a) Programa de limpieza y desinfección
- b) Programa de desechos sólidos y líquidos
- c) Programa de control de plagas.

1.3.5.2.7 ALMACENAMIENTO

Las operaciones y condiciones para desarrollar actividades como distribución, transporte y comercialización deben tener en cuenta procesos tales como:

- a) Evitar la recontaminación de los productos, la proliferación de microorganismos, vigilancia de las temperaturas y evitar el deterioro ó daño de los productos.
- b) Para lograr buenas condiciones debe tenerse en cuenta los factores higiénicos, las condiciones de transporte y mantenimiento de las temperaturas adecuadas, los empaques, estanterías, flujos de aire, control de entradas y salidas, plena identificación de los lotes de producción.

La leche y sus derivados como productos perecederos de origen animal, posee a pesar del procesamiento, una flora saprófita media que se relaciona con sus condiciones de

manejo y almacenamiento en la distribución. De allí la importancia de entender la cadena de frío, como un elemento que garantiza la vida media de almacenamiento de la mayoría de los productos, de esta manera la cadena no termina cuando el producto sale de la planta sino que continúa durante la distribución y consumo del producto. Cabe aquí resaltar la importancia de las campañas de información hacia el consumidor en lo referente a la información nutricional contenida en el etiquetado, como también en el manejo y consumo de los productos.

Esta retroalimentación que se da como resultado de una exigencia, es quizás la responsable del mejoramiento del sector lácteo y es lo que permite trabajar en el mercado actual de la competitividad.

CAPITULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. MUESTREO

El muestreo que se realizó, se ejecutó dos veces durante la realización del trabajo, una antes de la optimización y otra después de la misma. Al inicio, se tomó muestras de leche que ingresan al proceso, seguido de esto se obtuvo datos que intervienen en el proceso y por último se consiguió muestras de yogurt al finalizar el proceso, como se detalla a continuación cada uno de los anteriormente mencionados:

a) LECHE

Para realizar el muestreo de la leche se tomó una alícuota de 50 mL para realizar los análisis físicos requeridos en la recepción, mediante un equipo llamado “Lactoscan Milk Analyzer”. Previo a la toma de muestras se debe anotar el nombre del proveedor para tener referencia de donde proviene la materia prima y atribuir a este las condiciones en que llega, las propiedades físico químicas que presenta y algún tipo de contaminación que pudo presentar el alimento. Además se homogenizó la leche que llegó en los tachos que traen los proveedores y luego de esto se tomó la alícuota de cada uno de los tachos que entran a la empresa, es decir, entraron 500 litros de leche distribuidos en 6 tachos, por tanto se tomó 6 alícuotas para realizar el control de calidad. Los análisis físico químicos realizados a la leche cruda fueron: acidez temperatura, grasa, densidad, porcentaje de agua y punto crioscópico, los cuales se encuentran en el

Anexo 6: Norma Técnica Inen: Leche Cruda, Requisitos. Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se rechaza.

b) PROCESO

Dentro de la elaboración de yogurt, se tomo los datos necesarios para los cálculos de ingeniería, de la forma más exacta posible ya que así se aseguro tener resultados confiables y legítimos, dentro de estos se tomo el volumen de leche de 500 litros a la entrada del proceso, la cantidad de fermento que para el volumen de leche indicado viene previamente preparado, el fermento utilizado fue “Lactina” distribuido por Lactocomerce s.a., las temperaturas de la leche en la etapa de fermentación y las temperaturas de enfriamiento al entrada y salida del sistema de procesamiento, las cuales se encuentra ubicados como Datos en la pág. 87.

c) YOGURT

Al terminar el proceso, se tomó una muestra de 2 litros de Yogurt que inmediatamente fue refrigerada, para que de esta manera conserve sus propiedades y así el momento de realizar los análisis físico químicos y microbiológicos se obtengan resultados íntegros del proceso llevado a cabo; de esta manera verificamos si se encontró en condiciones óptimas o no. Los análisis realizados al producto terminado son: acidez, proteína, grasa, coliformes totales, mohos y levaduras, los cuales se encuentran en el Anexo 1 - 4.

Todos los datos recogidos fueron apuntados para su posterior proceso en lo que respecta

a los cálculos pertinentes en los que se los involucra. Además las muestras tomadas se analizaron inmediatamente de realizado el muestreo, posteriormente se obtiene los resultados, tanto de los cálculos de ingeniería, así como de los informes de laboratorio de las pruebas químicas y microbiológicas del yogurt. De esta manera se realizó el análisis de resultados para obtener consecuentemente las conclusiones del proyecto.

2.2. METODOLOGÍA

2.2.1. MÉTODOS Y TÉCNICAS

2.2.1.1. MÉTODOS

Este trabajo utiliza como procesos lógicos la inducción y deducción, partiendo de lo particular a lo general. Se sustenta de balances de masa y energía, los cuales identifican la pérdida que produce el proceso en términos de energía, el cual va de la mano a lo que se refiere a costos de producción.

Para empezar la optimización se realizó un diagnóstico del proceso, inducción, desde la materia prima (leche), en el cual se realiza un control de las propiedades físico-químicas para que la leche sea óptima en el procesamiento para yogurt. Durante el proceso, se tomo las variables que intervienen en el mismo las cuales fueron: temperaturas de agua, leche y producto terminado, densidad de leche, agua, fermento y producto terminado, volúmenes de los tanques donde se realiza la producción de yogurt, y además los porcentajes de agua para la leche, el agua, fermento y producto terminado(yogurt). Es

decir todos los puntos en donde puede ser causante de fallas en el proceso y o intervenga en la materia prima o en el producto terminado, ocasionando pérdidas (deducción). Al final del proceso es decir en el yogurt en el cual se mando a realizar los análisis físico-químicos en base a las normas técnicas ecuatorianas referentes al yogurt (NTE INEN 2395:2011).

Una vez realizado los balances pertinentes se realiza el análisis, en el cual las variables se fijan de acuerdo a la menor pérdida de energía, en la comparación de los resultados de los análisis físico-químicos del yogurt, los cuales son los causantes de:

- Tiempo de producción, el proceso de producción de yogurt dura mucho más de lo esperado, lo que ocasiona un empleo de personal necesario para cumplir otras actividades muy importantes para la empresa.
- Pérdidas en el producto, durante la etapa de fermentación, es difícil mantener la temperatura óptima para que los microorganismos actúen en equilibrio, lo que causa defectos en el producto terminado como en sus propiedades del mismo.

2.2.1.2. TÉCNICAS

Las propiedades físico-químicas para la comparación del yogurt obtenido con los de la norma técnica NTE INEN 2395 se los muestra en la imagen 1 y en la imagen 2, los procedimientos utilizados para la determinación de cada uno de las propiedades se encuentran a continuación.

TABLA 2.2.1.2-1

ESPECIFICACIONES DEL YOGURT

REQUISITOS	TIPO I		TIPO II		TIPO III		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de Grasa	3,00	-	1	< 3,0	-	< 1,0	NTE INEN 12
Acidez*. % m/m	0,5	1,5	0,6	1,5	0,6	1,5	NTE INEN 13
Proteína. % m/m	2,7	-	2,7	-	2,7	-	NTE INEN 16
* Expresado en Acido Láctico							

Fuente: NTE INEN 2395

TABLA 2.2.1.2-2

CANTIDAD DE MICROORGANISMOS DESPUES DE LA FERMENTACIÓN

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

En donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

2.2.1.2.1 MÉTODO DE GERBER

Concepto

Separar, mediante acidificación y centrifugación, la materia grasa contenida en el

producto analizado, y determinar el contenido de grasa mediante lectura directa en un butirómetro estandarizado.

Materiales

- Pipeta aforada de 10 cm³, de seguridad, para ácido sulfúrico,
- Pipeta aforada de 1 cm³, para alcohol amílico.
- Pipeta aforada de 10,94 cm³, para medir la muestra.
- Butirómetros Gerber, para leche y para leche descremada.
- Centrífuga, con velocidad de 1100 ± 100 rev/min.
- Baño de agua, con regulador de temperatura, ajustado a 65 ± 2 °C.
- Baño María.

Reactivos

- Acido sulfúrico, concentrado para análisis, con densidad $1,815 \pm 0,003$ g/cm³ a 20°C.

- Alcohol amílico, compuesto principalmente de 3-metil-butanol y 2-metil-butanol y prácticamente exento de alcoholes amílicos secundarios o terciarios y furfural; deberá tener una densidad de $0,811 \pm 0,002 \text{ g/cm}^3$ a 20°C .
- Agua Destilada

Preparación de la muestra

Llevar la muestra a una temperatura de aproximadamente 20°C , y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación

Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta $35^\circ\text{-}40^\circ\text{C}$, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente, y enfriar rápidamente hasta $18^\circ\text{-}20^\circ\text{C}$. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

Procedimiento

- a. Para la determinación del contenido de grasa en la leche fresca u homogeneizada (pasteurizada o esterilizada) debe usarse el butirómetro Gerber para leche, mientras que para la leche descremada debe usarse el butirómetro Gerber para leche descremada.

- b. Verter 10 cm³, exactamente medidos, de ácido sulfúrico en el butirómetro respectivo, cuidando de no humedecer con ácido el cuello del butirómetro.
- c. Invertir lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada, y pipetear 10,94 cm³ de leche, de tal manera que el borde inferior del menisco coincida con la línea de calibración de la pipeta después de limpiar con papel absorbente la parte exterior de su punta de descarga. Luego, sosteniendo la pipeta con su punta pegada al borde inferior del cuello del butirómetro, descargar cuidadosamente la leche en el mismo hasta que el menisco se detenga, dejar transcurrir 3 segundos y frotar la punta de la pipeta contra la base del cuello del butirómetro.
- d. Verter 1cm³, exactamente medido, de alcohol amílico en el butirómetro, cuidando de no humedecer con el alcohol el cuello del butirómetro. El alcohol amílico debe añadirse siempre después de la leche.
- e. Tapar herméticamente el cuello del butirómetro y agitar en una vitrina de protección, invirtiendo lentamente al butirómetro dos o tres veces durante la operación, hasta que no aparezcan partículas blancas.
- f. Inmediatamente después de la agitación, centrifugar el butirómetro con su tapa colocada hacia afuera. Si no hay un número suficiente de butirómetros para llenar completamente la centrifuga, colocarlos simétricamente, equilibrándolos con uno que contenga igual volumen de agua en caso de ser necesario. Una vez que

la centrífuga alcanza la velocidad necesaria, continuar la centrifugación durante un tiempo no menor de 4 min ni mayor de 5 min, a tal velocidad

- g. Retirar el butirómetro de la centrífuga y colocarlo, con la tapa hacia abajo, en el baño de agua a 65°C durante un tiempo no menor de 4 min ni mayor de 10 min, manteniendo la columna de grasa completamente sumergida en el agua.
- h. Antes de proceder a la lectura, colocar el nivel de separación entre el ácido y la columna de grasa sobre la marca de una graduación principal de la escala; esto se consigue presionando o aflojando adecuadamente la tapa del butirómetro. Leer las medidas correspondientes a la parte inferior del menisco de grasa y al nivel de separación entre el ácido y la columna de grasa; la diferencia entre las dos lecturas da el contenido de grasa de la leche. Al realizar las lecturas, debe mantenerse la escala en posición vertical y el punto de lectura al mismo nivel de los ojos. La lectura del menisco debe aproximarse a 0,05%.

Instrucciones adicionales. Si existe formación de una capa esponjosa o no definida en la base de la columna de grasa, debe repetirse el ensayo teniendo cuidado de añadir el volumen correcto de alcohol amílico y de disolver completamente cualquier partícula blanca de la leche, Si la columna de grasa presenta una coloración muy oscura que dificulta la lectura, o hay carbonización en la interface, debe repetirse el ensayo luego de verificar la densidad del ácido sulfúrico, El butirómetro debe lavarse perfectamente al final de la operación.

2.2.1.2.2 DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS

Concepto

Se determina el contenido de nitrógeno total mediante el método de Kjeldahl, y se multiplica el resultado por el factor 6,38 para expresarlo como proteína,

Materiales

- Aparato de Kjeldahl, para digestión y destilación.
- Matraz Kjeldahl de 50 cm³.
- Matraz Erlenmeyer de 500 cm³.
- Bureta de 50 cm³.
- Balanza analítica. Sensible al 0,1 mg.

Reactivos

- Ácido sulfúrico concentrado, con densidad 1,84 g/cm³ a 20°C, exento de nitrógeno.
- Solución 0,1 N de ácido sulfúrico, debidamente estandarizada.

- Solución concentrada de hidróxido de sodio. Disolver 450 g de hidróxido de sodio sólido en agua destilada y diluir la solución hasta 1000 cm³. La densidad relativa de la solución final debe ser mayor de 1,36.
- Solución 0,1 N de hidróxido de sodio, debidamente esterilizada.
- Solución de sulfuro alcalino o solución de tiosulfato de sodio. Disolver 40 g de sulfuro de potasio o de sulfuro de sodio en 1000 cm³ de agua destilada; o disolver 80 g de tiosulfato de sodio pentahidratado en 100 cm³ de agua destilada.
- Sulfato de potasio o sulfato de sodio anhidro, exento de nitrógeno, reactivo para análisis.
- Óxido mercúrico, o mercurio metálico, reactivo para análisis
- Solución alcohólica de rojo de metilo. Disolver 1 g de rojo de metilo en 200 cm³ de alcohol etílico al 95% (V/V).

Preparación de la muestra

Llevar la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa por efecto de la agitación.

Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta 35°-40°C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente, y enfriar rápidamente hasta 18°-20°C. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos.

Procedimiento

- a. La determinación debe realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada,
- b. Pesar, con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 5 g de muestra.
- c. Transferir la muestra al matraz Kjeldahl y agregar el catalizador, formado por 0,7 g de óxido mercúrico (ó 0,65 g de mercurio metálico) y 15 g de sulfato de potasio en polvo (ó 15 g de sulfato de sodio anhidro).
- d. Agregar 25 cm³ de ácido sulfúrico concentrado, y un trozo pequeño de parafina para reducir la formación de espuma durante la digestión.
- e. Agitar el matraz y colocarlo en forma inclinada en la hornilla del aparato de kjeldahl. Calentar suavemente hasta que no se observe formación de espuma, y aumentar el calentamiento hasta que el contenido del matraz hierva uniformemente y presente un aspecto límpido; continuar el calentamiento durante 30 minutos y

dejar enfriar.

- f. Agregar aproximadamente 200 cm^3 de agua destilada, enfriar la mezcla hasta una temperatura inferior a 25°C , agregar 25 cm^3 de la solución de sulfuro alcalino (o tiosulfato de sodio) y agitar la mezcla para precipitar el mercurio.
- g. Agregar unas pocas granallas de zinc para evitar proyecciones durante la ebullición.
- h. Inclinar el matraz y verter por sus paredes, cuidadosamente, para que se formen dos capas, 50 cm^3 de la solución concentrada de hidróxido de sodio (o mayor cantidad, si fuera necesario, para alcanzar un alto grado de alcalinidad).
- i. Inmediatamente, conectar el matraz Kjeldahl al condensador mediante la ampolla de destilación. El extremo de salida del condensador debe estar sumergido en 50 cm^3 de la solución $0,1\text{ N}$ de ácido sulfúrico contenida en el matraz Erlenmeyer de 500 cm^3 a la cual se han agregado unas gotas de la solución alcohólica de rojo de metilo.
- j. Agitar el matraz Kjeldahl hasta mezclar completamente su contenido y luego calentarlo.
- k. Destilar hasta que todo el amoníaco haya pasado a la solución acida contenida en el matraz Erlenmeyer, (lo cual se logra después de destilar por lo menos

150cm³).

1. Usando la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, titular el exceso de ácido contenido en el matraz Erlenmeyer.
- m. Realizar un solo ensayo en blanco con todos los reactivos, sin la muestra y siguiendo el mismo procedimiento descrito a partir de c, para cada determinación o serie de determinaciones.

Cálculos

El contenido de proteínas en la leche se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = (1,40)(6,38) \frac{(V_1N_1 - V_2N_2) - (V_3N_1 - V_4N_2)}{m} \quad \text{Ec. 2.2.1.2.2-1}$$

Siendo:

P = contenido de proteínas en la leche, en porcentaje de masa.

V₁ = volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado de la muestra, en cm³

N₁ = normalidad de la solución de ácido sulfúrico.

V_2 =volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm^3 .

N_2 =normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

V_3 =volumen de la solución de ácido sulfúrico empleado para recoger el destilado del ensayo en blanco, en cm^3 .

V_4 =volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación del ensayo en blanco, en cm^3 .

m =masa de la muestra de la leche, en g.

2.2.1.2.3 DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ TITULABLE

Concepto

Se titula la acidez con una solución estandarizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador.

Materiales

- Balanza analítica. Sensible al 0,1 mg.

- Matraz Erlenmeyer de 100 cm³.
- Matraz aforado de 500 cm³.
- Bureta de 25 cm³, con divisiones de 0,05 cm³ o de 0,1 cm³.
- Estufa, con regulador de temperatura, ajustada a 103° ± 2°C.
- Desecador, con cloruro de calcio anhidro u otro deshidratante adecuado

Reactivos

- Solución 0,1 N de hidróxido de sodio, debidamente estandarizada.
- Solución indicadora de fenolftaleína. Disolver 0,5 g de fenolftaleína en 100 cm³ de alcohol etílico de 95 - 96 %(V/V).
- Agua destilada, exenta de CO₂ y fría.

Preparación de la muestra

Llevar la muestra a una temperatura aproximada de 20°C y mezclarla mediante agitación suave hasta que esté homogénea, cuidando que no haya separación de grasa

por efecto de la agitación.

Si se forman grumos de crema y éstos no se dispersan, calentar la muestra en baño María hasta 35-40 °C, mezclando cuidadosamente e incorporando cualquier partícula de crema adherida al recipiente; enfriar rápidamente hasta 18-20 °C. Si quedan partículas blancas o grumos de grasa adheridos a las paredes del recipiente, la determinación no dará resultados exactos

Procedimiento

- a. La determinación realizar por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- b. Lavar cuidadosamente y secar el matraz Erlenmeyer en la estufa a 103 ± 2 °C durante 30 min. Dejar enfriar en el desecador y pesar con aproximación al 0,1 mg.
- c. Invertir, lentamente, tres o cuatro veces, la botella que contiene la muestra preparada; inmediatamente, transferir al matraz Erlenmeyer y pesar con aproximación al 0,1 mg, aproximadamente 20 g de muestra.
- d. Diluir el contenido del matraz con un volumen dos veces mayor de agua destilada, y agregar 2 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína.
- e. Agregar, lentamente y con agitación, la solución 0,1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado persistente (fácilmente perceptible si se compara con una muestra de leche diluida de acuerdo con lo indicado en d) que

desaparece lentamente.

- f. Continuar agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 s.
- g. Leer en la bureta el volumen de solución empleada, con aproximación a $0,05 \text{ cm}^3$.

Cálculos

La acidez titulable de la leche se calcula mediante la ecuación siguiente.

$$A = 0,090 \frac{V \cdot N}{m_1 \cdot m} * 100 \quad \text{Ec. 2.2.1.2.3-1}$$

Siendo:

A = acidez titulable de la leche, en porcentaje en masa de ácido láctico.

V = volumen de la solución de hidróxido de sodio empleado en la titulación, en cm^3 .

N = normalidad de la solución de hidróxido de sodio.

m = masa del matraz Erlenmeyer vacío, en g.

m_1 = masa del matraz Erlenmeyer con la leche, en g.

El porcentaje de acidez titulable debe calcularse con aproximación a milésimas.

2.2.1.2.4. CONTROL MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS.

DETERMINACIÓN DE MICROORGANISMOS COLIFORMES.

Concepto

Este método utiliza la técnica del recuento en placa por siembra en profundidad en agar Cristal Violeta-rojo neutro Bilis (VRB) o similar y una temperatura de incubación de $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ para productos refrigerados y $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por $24 \pm 2\text{h}$.

Materiales

- Equipo usual en un laboratorio microbiológico. En particular:
- Pipetas serológicas de punta ancha de 1, 5 y 10 cm³ graduadas en 1/10 de unidad.
- Cajas Petri
- Autoclave
- Incubador regulable, rango de temperatura de $25 - 70 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

- Balanza de capacidad no inferior a 2 500 g y de 0,1 g de sensibilidad.
- Cuenta colonias
- Frascos de boca ancha de 250, 500 y 1 000 cm³ con tapa de rosca autoclavables.
- pH-metro.
- Erlenmeyer de 500 y 1000 cm³.

Medios de Cultivo y Diluyente

Agar Cristal Violeta-rojo neutro bilis (VRB) ver preparación agares en la Norma INEN 1529-1.

Solución de Peptona al 0,1% ver preparación diluyentes en la Norma INEN 1529-1

Preparación de la Muestra

Preparar la muestra según uno de los procedimientos indicados en la Norma INEN 1 529-2.

Procedimiento

- a. Utilizando una sola pipeta estéril pipetear por duplicado alícuotas de 1cm³ de

cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menor concentración.

- b. Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas aproximadamente 20 cm³ de agar cristal violeta-rojo netro-bilis (VRB) o similar recientemente preparado y temperado a $45 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

La adición del medio de cultivo no debe pasar más de 15 minutos a partir de la preparación de la primera dilución.

- c. Delicadamente mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, cinco veces en una dirección; hacerla girar en sentido de las agujas del reloj cinco veces. Repetir este proceso pero en sentido contrario.
- d. Como control de esterilidad del medio, verter la cantidad de agar en una placa sin inóculo.
- e. Dejar reposar las placas para que solidifique el agar. Luego verter en la superficie otros 6 cm³ de agar todavía fundido y dejar solidificar.
- f. Invertir las placas e incubarlas a $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$, para productos refrigerados y a $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ para productos que se mantienen a temperatura ambiente, por sólo $24 \pm$

2 horas.

- g. Pasado el tiempo de incubación, seleccionar las placas que presenten 30-150 colonias y examinar con luz transmitida. Contar todas las colonias de 1-2 mm de diámetro (mínimo de 0,5 mm) de color rojo amoratado rodeadas por un halo rojizo.
- h. Para el control de rutina en planta, en general, no es necesario realizar ensayos confirmatorios. Pero cuando sea necesario, especialmente con productos que contengan otros azúcares que la lactosa, proceder como a continuación se indica:
- Seleccionar un número de colonias equivalentes a la raíz cuadrada del total de las colonias típicas.
 - A cada una de estas colonias inocularlas en tubos individuales que contengan 10 cm³ de caldo BGBL de concentración simple y un tubo Durhan.
 - Incubar a $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$, para productos refrigerados y a $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ para productos que se mantienen a temperatura ambiente, durante 24-48 h.

Cálculos

Si transcurridas las 48 horas hay presencia de gas en los tubos confirma la presencia de coliformes.

Para el cálculo basarse en el número de colonias confirmadas en relación al número de colonias sospechosas.

El número de microorganismos se calcula multiplicando el número "n" de colonias de coliformes por el respectivo factor de dilución (f).

$$\text{Coliformes/g ó cm}^3 = n \times f \text{ U F C} \quad \text{Ec. 2.2.1.2.4-1}$$

Siendo:

n =número de colonias típicas

f =factor de dilución

U F C =unidades formadoras de colonias.

2.2.1.2.5 CONTROL MICROBIOLOGICO DE LOS ALIMENTOS.

DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES Y *E. COLI*

Concepto

Este método se basa en la prueba de Eijkman modificada para detectar la

fermentación de la lactosa con producción de gas a $44-45,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ y complementada con la prueba de indol a esta temperatura, estos ensayos se realizan en caldo brillante-bilis lactosa y en caldo triptona partiendo de un inóculo tomado de cada tubo gas positivo del cultivo para coliformes totales, (ver INEN 1 529-6) e incubados a $45,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

La confirmación de E. coli y la diferenciación de las especies y variedades del grupo coliforme fecal, se realizan mediante los ensayos para indol, rojo de metilo, Voges-Proskauer y citrato sódico.

Equipo y Materiales de Vidrio

- Equipo usual en un laboratorio microbiológico en particular.
- Citados en numeral 4 de la Norma INEN 1 529-6.
- Placas porta objetos.
- Baño de agua regulable a $44 - 45,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$.

Medios de Cultivo y Reactivos

Caldo verde brillante bilis-lactosa (BGBL) o similar, ver preparación caldos de cultivo en la Norma INEN 1 529-1.

Caldo triptona; ver preparación caldos de cultivo en la Norma INEN 1 529-1.

Agar eosina azul metileno (EMB); ver preparación agares en la Norma INEN 1 529-1.

Agar de contaje en placa (PCA); ver preparación agares en la Norma INEN 1 529-1.

Caldo MR-VP; ver preparación caldos de cultivo en la Norma INEN 1 529-1.

Reactivos de Kovacs; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

Solución de Rojo de metilo; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

Solución de Creatina al 0,5%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

Solución alcohólica de α -naftol al 6%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

Solución de hidróxido de Potasio al 40%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

Agar citrato de Simons; ver preparación agares en la Norma INEN 1 529-1.

Solución alcohol-acetona; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1 529-1.

Solución fenicada de cristal violeta al 1%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1529-1.

Solución fenicada de fucsina básica al 1%; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1529-1.

Solución de lugol; ver preparación reactivos en la Norma INEN 1529-1.

Procedimiento

Coliformes fecales

- a. Simultáneamente con el ensayo confirmatorio de la Norma INEN 1529-6 inocular dos o tres asas de cada uno de los tubos presuntamente positivos en un tubo conteniendo 10 cm^3 de caldo BGBL y en otro que contenga aproximadamente 3 cm^3 de caldo triptona.
- b. Incubar estos tubos a $45,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ (baño María) por 48 horas.
- c. Al cabo de este tiempo anotar la presencia de gas en los tubos de BGBL y añadir dos o tres gotas del reactivo de Kovacs a los tubos de agua triptona. La reacción es positiva para el indol si en cinco minutos se forma un anillo rojo en la superficie de la capa de alcohol amílico; en la prueba negativa el reactivo de Kovacs conserva el color original.

- d. Los cultivos gas positivos en caldo verde brillante bilis-lactosa incubados a 30 ó 35 °C y a 45,5 °C y que producen indol a 45,5 °C son considerados coliformes fecales positivos.

Confirmación de *E. coli* y diferenciación de las especies del grupo mediante las pruebas IMVIC.

En situaciones que justifiquen el esfuerzo y sean necesarias la conformación de *E. coli* y la diferenciación de las especies del grupo coliforme fecal, realizar los ensayos para indol, rojo de metilo, Voges Praskauer y citrato sódico (Pruebas IMVIC), de la siguiente forma:

- a. De cada tubo de caldo BGBL que sea positivo para coliformes fecales, sembrar por estría un asa en una placa individual de agar eosina azul de metilo o agar VRB previamente seca e identificada.
- b. Incubar las placas invertidas a 35 - 37 °C por 24 horas.
- c. Para confirmar la presencia de *E. coli*, de cada placa escoger 2-3 colonias bien aisladas y típicas (negra o nucleada con brillo verde metálico de 2-3 mm de diámetro) y sembrar en estría en tubos de agar PCA o agar nutritivo inclinado e incubar los cultivos a 35-37C por 24 horas.

- d. Hacer extensiones a partir de los cultivos en agar PCA o nutritivo inclinado y teñirlos por el método de Gram, si se comprueba la pureza de los cultivos de sólo bacilos Gram. Negativos no esporulados, utilizar éstos para la prueba IMVIC.
- e. *Prueba para indol* Sembrar en un tubo de agua triptona un asa de cultivo puro, incubar 24 horas a $35 - 37^{\circ}\text{C}$. Añadir al tubo $0,5\text{ cm}^3$ del reactivo de Kovacs. La aparición de un color rojo oscuro en la superficie del reactivo, indica una prueba positiva. En la prueba negativa el reactivo conserva el color original.
- f. *Prueba del rojo de metilo (RM)*. Sembrar en un tubo de caldo MR-VP un asa de cultivo puro, incubar 24 horas a $35 - 37^{\circ}\text{C}$, añadir a cada tubo aproximadamente 3 gotas de la solución de rojo de metilo, agitar; si el cultivo se torna rojo la prueba es positiva y negativa si hay viraje a amarillo.
- g. *Prueba de Voges-Proskauer (VP)*. Sembrar en un tubo de caldo MR-VP un asa de cultivo puro e incubar 24 horas a $35 - 37^{\circ}\text{C}$.

Luego de este período, añadir los siguientes reactivos cuidando de agitar el tubo después de cada adición:

- Solución de creatina al 0,5%. 2 gotas
- Solución alcohólica de α -naftol al 6% 3 gotas

- Solución de hidróxido de potasio al 40%: 2 gotas.

Observar dentro de 15 minutos. La aparición de un color rosado o rojo brillante, generalmente al cabo de cinco minutos el resultado es positivo.

- h. *Prueba para la utilización del citrato*. Un asa del cultivo puro sembrar por estría en la superficie de la lengüeta de agar citrato inclinado e incubar 24 horas a 35 - 37 °C.

La reacción es positiva si hay crecimiento visible que se manifiesta por lo general en el cambio de color del medio, de verde a azul.

- i. Considerar como *E.coli* a los microorganismos que presentan las siguientes características: bacilos Gram. negativos no esporulados que producen gas de la lactosa y reacción IMVEC.

Cálculos

Coliformes fecales

Calcular la densidad de coliformes fecales sólo en base del número de tubos que a 45,5 °C presentan gas en el caldo BEGL e indol en el caldo triptona, seguir las instrucciones de los numerales 8, 9 y 10 de la Norma INEN 1529-6

E.coli. Para determinar el NMP de *E.coli* proceder según las instrucciones de los numerales 8, 9 y 10 de la Norma INEN 1529-6 basándose únicamente en todos los tubos que presentan bacilos con las características indicadas en el numeral i.

2.2.1.2.6 CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS. MOHOS Y LEVADURAS VIABLES

Concepto

Este método se basa en el cultivo entre 22 °C y 25 °C de las unidades propagadoras de mohos y levaduras, utilizando la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad y un medio que contenga extracto de levadura, glucosa y sales minerales.

Materiales

- Placas Petri
- Pipetas serológicas de boca ancha de 1; 5 y 10 cm³ graduadas en 1/10 de unidad.

Medio de cultivo

Agar sal-levadura de Davis o similar. Ver NTE INEN 1 529-1.

Preparación de la Muestra

Preparar la muestra según su naturaleza, utilizando uno de los procedimientos indicados en la NTE INEN 1529-2.

Procedimiento

- a. Utilizando una sola pipeta estéril, pipetear, por duplicado, alícuotas de 1 cm^3 de cada una de las diluciones decimales en placas Petri adecuadamente identificadas. Iniciar por la dilución de menor concentración.
- b. Inmediatamente, verter en cada una de las placas inoculadas, aproximadamente 20 cm^3 de agar sal-levadura de Davis (SLD) fundido y templado a $45 \pm 2^\circ\text{C}$.

La adición del medio de cultivo no debe pasar más de 15 minutos, a partir de la preparación de la primera dilución.

- c. Delicadamente, mezclar el inóculo de siembra con el medio de cultivo, imprimiendo a la placa movimientos de vaivén, 5 veces en una dirección; hacerla girar cinco veces en sentido de las agujas del reloj.
Volver a Imprimir movimientos de vaivén en una dirección que forme ángulo recto con la primera y hacerla girar cinco veces en sentido contrario a las agujas de reloj.

- d. Utilizar una placa para el control de la carga microbiana del ambiente, la cual no debe exceder de 15 colonias/placa, durante 15 minutos de exposición. Este límite es mantenido mediante prácticas adecuadas de limpieza y desinfección.
- e. Como prueba de esterilidad del medio, en una placa sin inóculo verter aproximadamente 20 cm^3 del agar.
- f. Dejar las placas en reposo hasta que se solidifique el agar.
- g. Invertir las placas e incubarlas entre 22°C y 25°C , por cinco días.
- h. Examinarlas a los dos días de incubación y comprobar si se ha formado micelio aéreo. Las primeras colonias que se desarrollan son las de levaduras, que suelen ser redondas, cóncavas, estrelladas.

La mayoría de las colonias jóvenes de levaduras son húmedas y algo mucosas, también pueden ser harinosas, blanquecinas y algunas cremosas y rosadas. En ciertos casos, apenas cambian al envejecer, otras veces se desecan y encogen. Las colonias de mohos tienen un aspecto algodonoso característico.
- i. Cuando el micelio aéreo de los mohos amenace cubrir la superficie de la placa, dificultando las lecturas posteriores; pasados dos días, realizar

recuentos preliminares en cualquier placa que se pueda distinguir las colonias.

- j. A los cinco días, seleccionar las placas que presenten entre 10 y 150 colonias y contarlas sin el auxilio de lupas.

A veces pueden desarrollarse colonias pequeñas, éstas son de bacterias acidófilas y, por tanto, deben excluirse del recuento. Las colonias de levaduras deben ser comprobadas por examen microscópico

- k. Contar las colonias de mohos y levaduras en conjunto o separadamente. Si las placas de todas las diluciones contienen más de 150 colonias, contar en las placas inoculadas con la menor cantidad de muestra.

2.3 DATOS EXPERIMENTALES

2.3.1 DIAGNÓSTICO

Al inicio del proceso, la leche llega en recipientes de plástico de 400 mL (Fotografía 1), esta leche la traen proveedores de la zona, tienen la materia prima en una forma inadecuada, ya que los recipientes plásticos no son apropiados para la conservación de la leche debido a que estos absorben el calor del ambiente lo que produce una modificación en las propiedades y al momento del control de la misma antes de su procesamiento.



Fuente: FREIRE S. 2012

FOTOGRAFÍA 1 LECHE DE PROVEEDORES

Ingresada la materia prima se realizan los controles de las propiedades físico-químicas como son: acidez, temperatura, grasa, densidad, porcentaje de agua y punto crioscópico (Fotografía 2). El análisis se lo realiza con un equipo denominado “Milk Tester” él cual proporciona varios resultados directos de las propiedades de la leche. En esta etapa se nota la falta de capacitación al personal, ya que no realizan los procedimientos, según los métodos y reglas establecidos, además que en el momento que se encuentran parámetros fuera de sus límites permisibles, el personal no devuelve la leche al proveedor sino más bien la hace ingresar al proceso sin ningún inconveniente, siendo este el principal problema al momento de procesar la leche esencialmente en la fase de fermentación.



Fuente: FREIRE S. 2012

FOTOGRAFÍA 2 ÁREA DE CONTROL DE LECHE

Inmediatamente la leche entra al área de yogurt aquí la leche es transportada por tuberías mediante bombas a tachos de plástico, las tuberías son antiguas y de difícil limpieza ocasionando contaminación de la leche, el equipo de bombeo no tiene un

adecuado mantenimiento produciendo inconvenientes y demora en la producción, (Fotografía 3).



Fuente: FREIRE S. 2012

FOTOGRAFÍA 3 MANGUERAS Y TANQUES RESERVORIOS

Empieza el proceso de yogurt con el descremado de la leche, en donde el 0,06% de la leche es descremado, la crema es enviada a baldes para la venta como otro producto de la empresa, esta etapa se encuentra suspendida, debido a que el descremador está fuera de servicio por falta de mantenimiento por lo que no se puede producir yogurt tipo 2, el mismo que requiere la empresa para su venta y comercialización en gran escala.



Fuente: FREIRE S. 2012

FOTOGRAFÍA 4 DESCREMADOR

La leche descremada es transportada en baldes hacia una marmita (Fotografía 5), aquí la leche es pasteurizada a 80-85 °C con una retención de una hora, el equipo está funcionando a gas domestico, produciendo una gran pérdida de energía, tiempo y costos. Además se puede notar que a la leche se le agrega una gran cantidad de agua de llave, esto puede ocasionar cambios en la inocuidad del producto terminado.



Fuente: FREIRE S. 2012

FOTOGRAFÍA 5 MARMITA

La leche pasteurizada es llevada a los 42 °C en donde se lleva a cabo la etapa de fermentación, aquí se diluye el fermento en un litro de agua. El fermento viene en sobres para diluir según el volumen de leche que se está procesando (Fotografía 6), se añade a la marmita manteniendo la temperatura durante 3 horas.



Fuente: FREIRE S. 2012

FOTOGRAFÍA 6 INOCULACIÓN

Terminado la fermentación, la temperatura se lleva a los 10 °C, manteniendo hasta el siguiente día en donde se añade el saborizante y colorante, los mismos que llegan previamente pesados, para la cantidad de yogur que se ha procesado, esto lo suministra otra empresa que cumple con las garantías de la empresa PROALIM.

El envasado es realizado manualmente por el personal, mediante un pistón (Fotografía 7), se llena los frascos hasta llenarlos dependiendo del volumen del frasco que se requiera.

Los frascos son entregados en la empresa para ser colocados del adhesivo distintivo del yogur y de la empresa, los cuales son colocados por los empleados en el área de envasado.



Fuente: FREIRE S. 2012

FOTOGRAFÍA 7 ENVASADO YOGURT

Cabe recalcar que en la industria ah existido recortes de personal, por lo que varios empleados laboran en todas las áreas lo que puede producir confusión, retraso y dificultades técnicas en el proceso de la industria.

2.3.2. DATOS EXPERIMENTALES

TABLA 2.3.2-1
DATOS PARA EL BALANCE DE MASA

	Leche	Fermento	Agua	Yogurt
Volumen, (L)	500	1,5	-----	-----
Densidad, (g/mL)	1,032	0,8	1,01	1,036
Porcentaje de Agua (%)	87	6	-----	-----

Fuente: DENSIDAD ESPECIFICA, http://argentina/arte/manual_ind_lacteas_CD/caratula.html

TABLA 2.3.2-2
DATOS PARA EL BALANCE DE ENERGÍA

	Leche	Agua de Enfriamiento
Calor Específico, KJ/Kg °C	4,08	4,1813
Temperatura de Entrada, °C	48	40
Temperatura de Salida, °C	45	46

Fuente: Proceso de Elaboración, Proalim

2.4. DATOS ADICIONALES

TABLA 2.4-1

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN

	Litros(L)	Acidez (°Dornick)	Temperatura(° C)	Grasa(%)	Densidad°(Lacto densímetro)	Cantidad Agua(%)	Punto crioscópico(°C)
1er Tacho	213	16	25	3,75	27,56	4,8	4,95
2do Tacho	213	17	24	3,76	28,34	2,3	5,08
3er Tacho	160	16	26	4,21	27,27	4	0,5
4to Tacho	213	17	20	4,24	29,14	0	0,5
5to Tacho	213	17	25	3,73	28,27	2,5	0,5
6to Tacho	104	16	26	3,82	27,73	3,07	0,5
1er Tacho**	213	16	25	3,71	28,26	2,69	0,5
3er Tacho**	160	16	26	4,17	28,34	0,1	0,5

Fuente: Control de Calidad Proalim

** Se realizó duplicados de los análisis en los tachos 1 y 3

TABLA 2.4.-2
PROPIEDADES FÍSICAS DE LA LECHE DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN

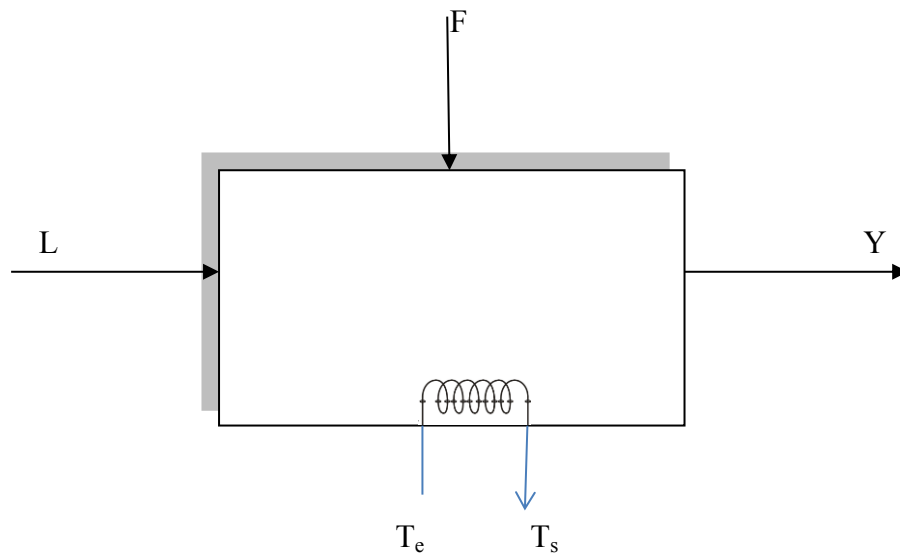
	Litros(L)	Acidez(° Dornick)	Temperatura (°C)	Grasa (%)	Densidad°(Lactodensímetro)	Cantidad Agua (%)	Punto crioscópico (°C)
1er Tacho	50	17	26	3,81	26,42	0,46	0,4
2do Tacho	70	17	22	4,44	27,97	0,75	0,5
3er Tacho	120	16	26	4,21	27,55	3,07	0,5

Fuente: Control de Calidad Proalim

TABLA 2.4-3
ESPECIFICACIONES PARA LECHE

PARÁMETRO	MÍNIMO	MÁXIMO
ACIDEZ, °DORNICK	16	18
GRASA, %	3,5	6
DENSIDAD, ° LACTODENSIMETRO	27	30
PROTEINA, %	3	4
AGUA ADICIONADA, %	0	0
PUNTO CRIOSCÓPICO ; °C	-0,518	-0,543

Fuente: NTE INEN 0009:08

CAPITULO III**3. OPTIMIZACIÓN****3.1 CÁLCULOS**

Fuente: FREIRE S. 2012

FIGURA 1 DIAGRAMA DE FLUJO PRODUCCION DE YOGURT

Donde:

L: Leche

F: Fermento

Y: Yogurt

T_E : Temperatura de entrada

T_S : Temperatura de salida

Base de Cálculo: 500 L

Debemos tomar en cuenta los datos de densidades para transformar el volumen a unidad de masa ya que es un balance de masa.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{Ecuación 3.2-1}$$

Donde:

ρ = Densidad

m = Masa

V = Volumen

Despejando la masa:

$$m = \rho * V \quad \text{Ecuación 3.2-2}$$

Masa de Leche:

$$m = 1,032 \frac{g}{mL} * 500L * \frac{1000mL}{1L} = 516000 g$$

Masa de Fermento:

$$m = 0,800 \frac{g}{mL} * 1,5L * \frac{1000mL}{1L} = 1200g$$

Balance Total de Masa

$$Y = L + F \quad \text{Ecuación 3.2-3}$$

$$Y = 516000g + 1200g$$

$$Y = 517200 \text{ g}$$

Volumen de Yogurt

$$V_{Yog} = \frac{m_{Yog}}{\rho_{Yog}} \quad \text{Ecuación 3.2-4}$$

$$V_{Yog} = \frac{517200g}{1,036 \frac{g}{mL}} * \frac{1L}{1000mL} = 499,22L$$

Rendimiento Porcentual

$$Rendimiento = \frac{Valor \text{ obtenido}}{Valor \text{ Esperado}} * 100 \quad \text{Ecuación 3.2-5}$$

$$Rendimiento = \frac{499,22}{500} * 100$$

$$Rendimiento = 99,8\%$$

Balance Parcial del Agua

$$Lx_{lechH_2O} + Fx_{ferH_2O} = Yx_{yogH_2O} \quad \text{Ecuación 3.2-6}$$

$$516000g * 0,87 + 1200g * 0,06 = 517200gx_{yH_2O}$$

$$\frac{516000g*0,87+1200g*0,06}{517200} = x_{yH_2O}$$

$$X_{yH_2O} = 0,868$$

Balance de Energía

$$Q_P = Q_G \quad \text{Ecuación 3.2-7}$$

Donde:

Q_P = Calor Pérdido

Q_G = Calor Ganado

$$Q = mC_p\Delta T \quad \text{Ecuación 3.2-8}$$

De la ecuación 3.2-3 tenemos,

$$mC_p\Delta T(\text{Agua}) = mC_p\Delta T(\text{Leche})$$

$$0,87 * 4,1813(46 - 40) = 0,13 * 4,08(45 - 48)$$

$$21,82 = -1,59$$

En base a este resultado, se observó que la cantidad de calor que se pierde es superior a la cantidad de calor que gana la leche, esto se debe a que gran parte del calor perdido es emitido hacia los alrededores del equipo. El sistema se encuentra en estado estacionario es decir que no existe acumulación y es un proceso exotérmico por lo que su signo es negativo.

3.2 RESULTADOS

TABLA 3.2-1
RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN

VOLUMEN DE LECHE (L)	VOLUMEN DE YOGURT (L)	VOLUMEN DE FERMENTO (L)	CALOR PERDIDO (AGUA KJ)	CALOR GANADO (YOGURT KJ)
500	498	1	29,04	-3,23

Fuente: FREIRE S. 2012

TABLA 3.2-2
RESULTADOS DE LOS CÁLCULOS DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN

VOLUMEN DE LECHE (L)	VOLUMEN DE YOGURT (L)	VOLUMEN DE FERMENTO (L)	CALOR PERDIDO (AGUA KJ)	CALOR GANADO (YOGURT KJ)
500	499	1,5	21,82	-1,59

Fuente: FREIRE S. 2012

TABLA 3.2-3
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DEL YOGURT ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	NORMA INEN 2395	
			MIN %	MAX %
ACIDEZ	%	1,0	0,6	1,0
PROTEINA	%	3,21	2,7	---
GRASA	%	2,25	1,0	<2,5

Fuente: Informe de análisis bromatológico

TABLA 3.2-4
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGURT
ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN

DETERMINACIONES	MÉTODO USADO	VALOR ENCONTRADO	VALOR REFERENCIAL
MOHOS Y LEVADURA UFC/mL	EXTENSIÓN EN SUPERFICIE	700	MÁXIMO 10
COLIFORMES FECALIS UFC/mL	PETRIFILM	10	MÁXIMO 3

Fuente: Informe de análisis Microbiológico

TABLA 3.2-5
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS DEL YOGURT DESPUÉS
DE LA OPTIMIZACIÓN

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO	NORMA INEN 2395	
			MIN %	MAX %
ACIDEZ	%	0,65	0,6	1,0
PROTEINA	%	4,17	2,7	---
GRASA	%	1,8	1,0	<2,5

Fuente: Informe de análisis bromatológico

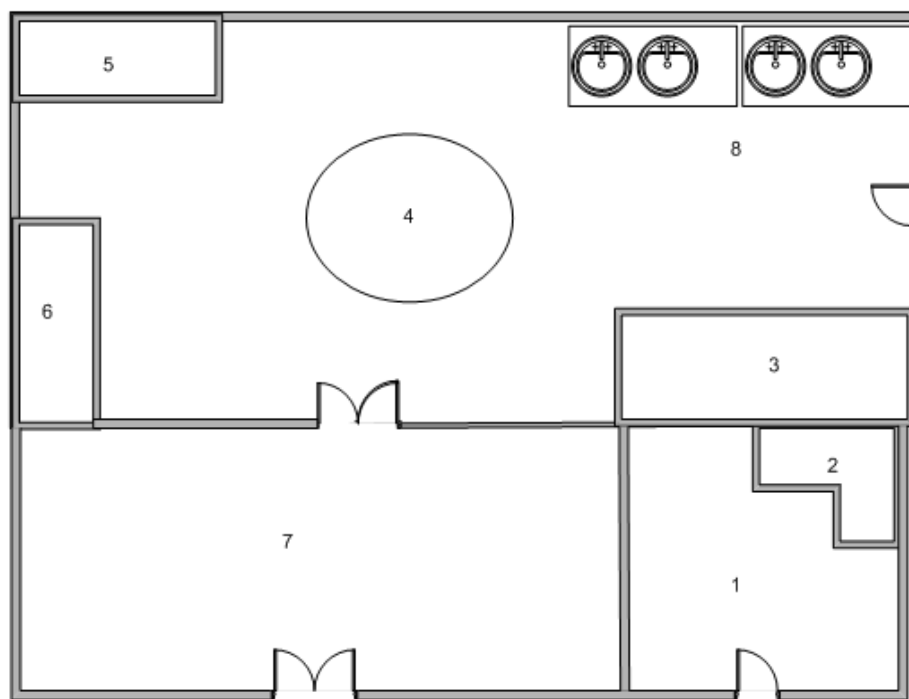
TABLA 3.2-6
 RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DEL YOGURT
 DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN

DETERMINACIONES	MÉTODO USADO	VALOR REFERENCIAL	VALOR ENCONTRADO
MOHOS Y LEVADURA UFC/mL	EXTENSIÓN EN SUPERFICIE	MÁXIMO 10	AUSENCIA
COLIFORMES FECALIS UFC/mL	PETRIFILM	MÁXIMO 3	1

Fuente: Informe de análisis Microbiológico

3.3 PROPUESTA

La optimización se dará siguiendo las siguientes indicaciones, las cuales son indispensables para el proceso de yogurt en la empresa PROALIM, empezando con el diseño de planta para producción de yogurt y las especificaciones para obtener un yogurt que cumple con las normas técnicas.



1. Recepción de Leche
2. Control de Calidad
3. Área de Descremado
4. Marmita
5. Área de Incubación
6. Mesa de Trabajo
7. Área de Envasado
8. Área de Limpieza

Fuente: FREIRE S. 2012

FIGURA 2 DISEÑO DE PLANTA

- Para la consistencia y viscosidad del producto final, el yogurt se debe elaborar con leche fluida entera de 3,5% de materia grasa.
- Para alcanzar un tiempo de coagulación de 2 horas 26 minutos a un pH de 4,70 se requiere un tratamiento térmico de 85 °C en 30 minutos.
- Para la temperatura de incubación, en donde la actividad de los microorganismos es principalmente gobernada por la temperatura de incubación y la cantidad de inóculo agregada, es de 45,5 °C, por 2,5 horas y utilizando 3% de cultivo, alcanzando un pH 4,7.
- Para evitar el desuerado del yogurt, es muy importante el tratamiento del coágulo después de finalizada la incubación. El cual se realiza al hacer pasar la masa a través de un homogenizador a la temperatura de incubación, enfriando inmediatamente a 5°C mediante un intercambiador a fin de impedir que la masa reconstruya su estructura previa.
- Para reducir la actividad metabólica de los microorganismos y retener las propiedades reológicas del producto, el yogurt debe ser enfriado lo más rápidamente posible desde la temperatura de incubación hasta aproximadamente 15°C. Teniendo en cuenta limitar la velocidad de agitación a fin de prevenir la destrucción del coagulo.
- La adición de frutas fluctúa entre 10 y 15%; tomando como referencia la mezcla base, dependiendo de la consistencia de la fruta.

- Como principal agente edulcorante se utiliza la sacarosa en 10%, debiendo tener especial cuidado en su utilización adecuada por cuanto son frecuentemente vehículo de contaminación del producto terminado con mohos y levaduras.
- Para el envasado y almacenamiento, la temperatura final del yogurt, debe ser de 10 a 15°C donde el cultivo microbiano tiene un reducido crecimiento. En el envasado la reducción de viscosidad es menor a baja velocidad (velocidad de pistón) y empleando un área superficial de llenado mayor.

Y en el almacenamiento, este debe ser siempre bajo refrigeración, como así mismo la distribución y venta, pues los cambios sucesivos de temperatura atentan contra la conservabilidad del producto tanto desde el punto de vista microbiológico como físico.

Una vez envasado, es conveniente mantener el producto por alrededor de 12-24 horas en cámara fría, antes de distribuir al mercado.

3.4 MEJORAS REALIZADAS CON LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

Para mejorar la seguridad de la leche y yogurt, se siguió pautas a seguir durante todo el proceso de elaboración desde la recepción, proceso, almacenamiento y cadena frío que mantienen la inocuidad del producto, detallándose a continuación:

a. Materia Prima

Se supervisó las condiciones en que llega la leche, verificando su estado de limpieza, que no transporte materiales distintos a los de uso normal en las industrias lácteas y que no exista contaminación en los tachos donde se encuentra la leche .

Se realizaron los análisis pertinentes para identificar si existía contaminación en el alimento y de haber existido, la empresa no acepta leche que no se encuentre dentro de las especificaciones.

b. Proceso

Las zonas de producción o proceso se mantuvieron en todo el tiempo de elaboración limpias y desinfectadas, los servicios tales como agua, la cual debe ser potable, y luz deben estar funcionando y los elementos auxiliares como lavamanos, jabón, desinfectantes mantenerlos provistos. El área se mantiene libre de materiales extraños al proceso, no se permite el tránsito de materiales o personas extrañas que no correspondan a las actividades que allí se realizan.

Durante la fabricación o mezclado de productos, no se permite actividades de limpieza que generen polvo. Todos los insumos en cualquier etapa de proceso, están identificados en cuanto a su contenido. Todas las operaciones del proceso de producción, se realizan a la mayor brevedad, reduciendo al máximo los tiempos de espera, y mantener condiciones sanitarias que eliminen toda posibilidad de contaminación.

c. Empaque y Envase

Los envases y empaques se revisan minuciosamente antes de su uso, para tener la seguridad de que se encuentran en buen estado, limpios y desinfectados. Cuando se lavan antes de ser usados, se escurren y secan completamente antes del llenado.

En la zona de envasado solo se encuentra el envase que se va a usar en cada lote y el proceso se hará en forma tal que no permita la contaminación del producto

d. Almacenamiento

El almacenamiento y transporte de los productos terminados son bajo condiciones que proteja estos alimentos de la contaminación física, química y microbiana como también contra el deterioro del alimento y su empaque. Las entradas de las plataformas de carga y descarga están techadas, para evitar la entrada de lluvia u otro factor de contaminación. Los pisos son de material sanitario, resistentes, de fácil limpieza y desinfección, sin grietas ni ranuras que evitan el almacenamiento de suciedad o agua.

Se logró mantener un producto de lácteo en buen estado con la aplicación de las BPM adaptado a las necesidades de la empresa.

3.5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En los resultados obtenidos, se puede ver que se obtuvo el 99,8% de rendimiento porcentual en el proceso de elaboración de yogurt, no se obtiene un 100% debido a las reacciones que ocurren durante la pasteurización y fermentación, es por ello que de los 500 litros de leche se obtienen 499 litros de yogurt. Además podemos observar que en el balance de masa, existe una cantidad considerable de agua, la que ocasiona que se obtenga casi la misma cantidad de materia que entra a la que sale.

En trabajos similares acerca del procesamiento de leche a yogurt, existe semejanza con los datos de balance de energía, explicando que gran parte del calor perdido es emitido hacia los alrededores del equipo, es decir que, la energía como calor no es absorbida por la leche, sino que se pierde en el equipo y es el agua de refrigeración la que se queda con la mayor parte de calor, haciendo que el proceso tarde más hasta llegar a la temperatura que requiere el yogurt para ser elaborado.

Esta pérdida también es ocasionada por el tipo de producción del mismo; ya que los estanques de yogur en relación con los sistemas de agitación, buscan minimizar el daño estructural al coágulo durante el procesamiento, siendo agitado a baja velocidad ocasionando una mayor pérdida de calor que tiene como consecuencia el llevar mayor tiempo en alcanzar la temperatura óptima de procesamiento.

En lo que se refiere al yogurt, los resultados de análisis de laboratorio, muestra que la acidez antes de la optimización se encuentra en 1% el cual es el límite de su rango de

aceptabilidad y después de la optimización la acidez bajo a 0,65% el cual cumple con las especificaciones de la Norma Técnica Inen 2395 la cual dice o siguiente: Leches Fermentadas, tanto antes como después de la optimización e inclusive el valor de la proteína es mayor que el valor antes de la optimización; lo que determina que, desde el punto de vista químico el yogurt se mantiene en óptimas condiciones.

Dentro del análisis microbiológico se puede destacar que el producto antes de la optimización se encuentra fuera del rango recomendable de optimización, esto se debe a varias razones entre ellas: la falta de cumplimiento con las buenas prácticas de manufactura, el agua no potabilizada que se y no seguir la correcta cadena de enfriamiento lo que ocasiono que el producto se contamine. Al realizar las mejoras en lo que se refiere a las buenas prácticas de manufactura, se puede ver que el yogurt cumple con los requerimientos de calidad, ya que se encuentran dentro de las especificaciones de la norma.

Por lo cual se muestra con los resultados de las pruebas realizadas que el proceso de yogurt en la empresa Proalim se ha mantenido en condiciones óptimas con un producto que cumple con la Norma Técnica Inen 2395: Leches Fermentadas.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Mediante los cálculos de ingeniería efectuados se puede concluir que en los 500 litros de leche de los cuales se pudo obtener 499 litros de yogur se tuvo una pérdida de energía de un 20,23 KJ en comparación con el agua de enfriamiento, esto debido a que la energía es emitida en mayor cantidad que hacia los alrededores que hacia al sistema.
- Las condiciones óptimas de procesamiento son: temperatura de pasteurización de 85 °C por un período de 30 minutos, temperatura de fermentación de 45 °C por un lapso de 2,5 horas hasta un pH de 4,7, para obtener un producto de calidad.
- Se concluye que la técnica utilizada y las condiciones de procesamiento son las adecuadas basados en los resultados obtenidos del producto final, siendo estos: Acidez: 0,65, Proteína: 4,17, Grasa: 1,0, Coliformes Fecales: 1, Mohos y Levaduras: ausencia, comparándolas con un valor de: Coliformes fecales: 10, Mohos y Levaduras 700 que fueron los encontrados antes de la optimización.
- Las materias primas de origen lácteo, se encuentran asociados a riesgos microbiológicos por la presencia de *Salmonella*, *E.coli* O 157: H, *Listeria* entre

otras razones por las cuales la estrategia para garantizar la inocuidad de estos productos está orientada hacia la adopción de reglas de buen manejo, con la ayuda de estas reglas se afirma que el proceso de producción de yogurt en la empresa “PROALIM” se encuentra optimizado ya que cumple los valores que se encuentran bajos los requisitos de la Norma Inen 2395: Leches Fermentadas.

4.2 RECOMENDACIONES

- Para mantener la calidad de la leche es importante abastecer a los productores de leche, de tanques de enfriamiento, los cuales conservan y enfrían la leche después del ordeño hasta el procesamiento de la misma.
- Establecer un plan de capacitación, que este basado en un análisis de las necesidades de cada individuo, de la empresa y del mercado. Esto es un factor estratégico para que la empresa pueda ser competitiva, por tanto es necesario capacitar permanentemente.
- Las bombas empleadas para el transporte de fluidos en la empresa de yogurt debe ser de 2 tipos, una de baja velocidad para bombear el yogurt y una de alta velocidad para el proceso de limpieza.
- El yogurt puede ser también enfriado mediante intercambiadores ya sean del tipo tubular o de placas. Su empleo en la industria del yogurt facilita el rápido enfriamiento en comparación a los estanques. Así por ejemplo, el enfriar 2500-3500 litros de yogurt en un estanque de tipo Wicanton (marmitas), puede tomar alrededor de 4 horas mientras que un intercambiador a placas la misma cantidad es enfriada en 30 minutos.

BIBLIOGRAFIA

1. **BLACK, M.**, Producción casera de mantequilla, quesos y de Yogurt., s.ed., Barcelona-España., Aura., 1990., Pp. 125- 129
2. **FELDER, R.**, Principios Elementales de los Procesos Químicos., 3a ed., México., Limusa Wiley., 2004., Pp 43-53, 81-89
3. **HIMMELBLAU, D.**, Principios Básicos y Cálculos de Ingeniería Química., 6a ed., México., Prentice Hall., 1997., Pp 141- 162
4. **MEYER, F.**, Técnicas de la Elaboración de los lácteos., s.ed., Madrid-España., Mc Graw Hill., 2001., Pp4-20
5. **PORTER, N.**, La ciencia de los Alimentos., 2a ed., Madrid-España., 1981., Pp 80-83
6. **REVILLA, A.**, Tecnología de la leche., s.ed., Tegucigalpa-Honduras., Instituto Interamericano de cooperación para el agricultor., 1996., Pp 43-46
7. **WARNWR, L.**, Operaciones Básicas de Ingeniería Química., s.ed., Barcelona-España., Reverté., 1973., Pp 977-987
8. **VAYAS, E.**, Resúmenes de la Materia de Procesamiento de Leche.,

s.ed., Escuela Superior Politecnica de Chimborazo., Riobamba Ecuador.,
Facultad de Ciencias Pecuarias., 2008., Pp. 35-36

9. **VALENZUELA, M.**, Apuntes de Transferencia de Calor., s.ed.
Riobamba-Ecuador., Pp 5-29
10. **VILLALVA, R.**, Efecto de la adición de 3 niveles de suero de queso en
la elaboración de yogurt., ESCUELA SUPERIOR
POLITECNICA DE CHIMBORAZO., Riobamba-Ecuador., Facultad
de Ciencias Pecuarias., TESIS ., 2006., Pp. 48-49

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

11. BALANCE DE ENERGÍA

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/claudiag/DocuIPQ/IPQ%20Balance%20de%20energia%20.pdf>
2011-11-09

12. BALANCE DE MASA

<http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/claudiag/DocuIPQ/IPQ%20Balance%20de%20materia%20procesos%20no%20reactivos.pdf>
2011-11-10

13. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE

<http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>
2012-01-30

14. DISEÑO DE PLANTA

www.slideshare.net/marcosrgg/diseo-de-planta
2012-03-02

15. MANUAL DE INDUSTRIA LÁCTEA

http://200.82.126.19:81/argentina/arte/manual_ind_lacteas_CD/caratula.htm

2011-10-08

16. MUESTREO

www.vitutor.com/estadistica/.../inferenciaContenidos.html - España

2011-12-10

17. OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS

www.iqcelaya.itc.mx/~vicente/NotasSeminario1.pdf

2011-08-24

ANEXOS

ANEXO 1 INFORME DE ANALISIS QUÍMICO ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 032360260
Avenida 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANALISIS BROMATOLOGICO

Solicitado por: Sr. Santiago Freire

Fecha de análisis: 14 de febrero de 2012

Fecha de entrega de resultados: 24 de febrero de 2012

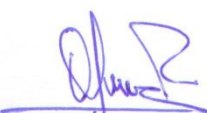
Tipo de muestras: Yogurt de fresa

Localidad: Riobamba


ANALISIS QUÍMICO:

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO
ACIDEZ (Expresado como ácido láctico)	%	1.00
GRASA	%	2.25
PROTEINA	%	3.21

ATENTAMENTE


Dra. Gina Álvarez Reyes




Dra. Fabiola Villa

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio

ANEXO 2 INFORME DE ANALISIS BROMATOLÓGICO DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 032360260
Avenida 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

INFORME DE ANALISIS BROMATOLOGICO

Solicitado por: Sr. Santiago Freire

Fecha de análisis: 05 de marzo de 2012

Fecha de entrega de resultados: 12 de marzo de 2012

Tipo de muestras: Yogurt de fresa

Localidad: Riobamba

ANALISIS QUÍMICO:

ENSAYO	UNIDAD	RESULTADO
ACIDEZ (Expresado como ácido láctico)	%	0.65
GRASA	%	1.8
PROTEINA	%	4.17

ATENTAMENTE



Dra. Gina Álvarez Reyes



Dra. Fabiola Villa

Nota: El informe solo afecta a las muestras sometidas a ensayo

Las muestras son receptadas en el laboratorio

ANEXO 3 INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO ANTES DE LA OPTIMIZACIÓN



Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260
Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

EXAMEN MICROBIOLOGICO

CLIENTE: Sr. Santiago Freire	CODIGO: 12-2012
DIRECCION: Veloz y Velasco	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Yogurt de fresa	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2012-02-14	
FECHA DE MUESTREO: 2012-02-24	
EXAMEN FISICO	
COLOR: característico	
OLOR: característico	
ASPECTO: Normal, libre de material de extraño	

DETERMINACIONES	METODO USADO	* VALOR REFERENCIAL	VALOR ENCONTRADO
Mohos y Levaduras UFC/ml	Extensión en superficie	Máximo 10	700
Coliformes Fecales UFC/ml	Petrifilm	Máximo 3	10
NTE INEN 2395			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANALISIS: 2012-02-14			
FECHA DE ENTREGA: 2012-02-24			
RESPONSABLES:			
<div> Dra. Gina Alvarez</div> <div></div> <div> Dra. Fabiola Villa</div>			

El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*Las muestras son receptados en laboratorio

ANEXO 4 INFORME DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DESPUÉS DE LA OPTIMIZACIÓN

Contáctanos: 093387300 - 032942022 ó 093806600 – 03360-260

Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba – Ecuador

EXAMEN MICROBIOLÓGICO

CLIENTE: Sr. Santiago Freire	CODIGO: 12-2012
DIRECCION: Veloz y Velasco	TELEFONO:
TIPO DE MUESTRA: Yogurt de fresa	
FECHA DE RECEPCIÓN: 2012-03- 05	
FECHA DE MUESTREO: 2012-03-05	
EXAMEN FISICO	
COLOR: característico	
OLOR: característico	
ASPECTO: Normal, libre de material de extraño	

DETERMINACIONES	METODO USADO	* VALOR REFERENCIAL	VALOR ENCONTRADO
<i>Mohos y Levaduras UFC/ml</i>	Extensión en superficie	Máximo 10	Ausencia
<i>Coliformes Fecales UFC/ml</i>	Petrifilm	Máximo 3	1
NTE INEN 2395			
OBSERVACIONES:			
FECHA DE ANALISIS: 2012-03-05			
FECHA DE ENTREGA: 2012-03-12			
RESPONSABLES:			
<div> Dra. Gina Alvarez</div> <div></div> <div> Dra. Fabiola Villa</div>			

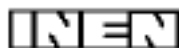
El informe sólo afecta a la muestra solicitada a ensayo; el informe no deberá reproducirse sino en su totalidad previo autorización de los responsables.

*Las muestras son receptados en laboratorio

ANEXO 5 CONVERSION DE GRADOS LACTODENSIMETROS A DENSIDAD

GRADOS LACTODENSIMETRICOS	DENSIDAD (g/mL a 20°C)
15,0	1,0150
15,5	1,0155
16,0	1,0160
16,5	1,0165
17,0	1,0170
17,5	1,0175
18,0	1,0180
18,5	1,0185
19,0	1,0190
19,5	1,0195
20,0	1,0200
20,5	1,0205
21,0	1,0210
21,5	1,0215
22,0	1,0220
22,5	1,0225
23,0	1,0230
23,5	1,0235
24,0	1,0240
24,5	1,0245
25,0	1,0250
25,5	1,0255
26,0	1,0260
26,5	1,0265
27,0	1,0270
27,5	1,0275
28,0	1,0280
28,5	1,0285
29,0	1,0290
29,5	1,0295
30,0	1,0300
30,5	1,0305
31,0	1,0310
31,5	1,0315
32,0	1,0320
32,5	1,0325
33,0	1,0330
33,5	1,0335
34,0	1,0340
34,5	1,0345
35,0	1,0350
35,5	1,0355
36,0	1,0360
36,5	1,0365
37,0	1,0370
37,5	1,0375
38,0	1,0380
38,5	1,0385
39,0	1,0390

ANEXO 6 NORMA TÉCNICA INEN: LECHE CRUDA, REQUISITOS



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 9: 2008
Cuarta Revisión

LECHE CRUDA. REQUISITOS.

Primera Edición

RAW MILK. SPECIFICATIONS.

First Edition

DESCRIPTORES: Leche y productos lácteos, leche cruda, requisitos
AL 03.01-401
CDU: 637.133.4
CIIU: 3112
ICS: 67.100.01

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria	LECHE CRUDA. REQUISITOS.	NTE INEN 9:2008 Cuarta revisión 2008-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Leche cruda. Es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias, obtenida a partir del ordeño íntegro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni sustracción alguna, exento de calostro y libre de materias extrañas a su naturaleza, destinado al consumo en su forma natural o a elaboración ulterior (Ver Nota 1)</p> <p style="text-align: center;">3. CLASIFICACION</p> <p>3.1 Según el recuento estándar en placa ufc/cm³ de microorganismos aerobios mesófilos, determinado de acuerdo a la NTE INEN 1529-5, la leche cruda se clasifica en las siguientes cuatro categorías (ver tabla 3):</p> <ul style="list-style-type: none">a) Categoría A (buena)b) Categoría B (regular)c) Categoría C (mala)d) Categoría D (muy mala) <p style="text-align: center;">4. DISPOSICIONES GENERALES</p> <p>4.1 La leche cruda se considera no apta para consumo humano cuando:</p> <p>4.1.1 No cumple con los requisitos establecidos en el Capítulo 5 de la presente norma.</p> <p>4.1.2 Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas.</p> <p>4.1.3 Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como: conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio, lactoperoxidasa adicionada), adulterantes (harinas, almidones, sacarosa, cloruros, suero de leche, grasa vegetal), neutralizantes, colorantes y antibióticos, en cantidades que superen los límites indicados en la tabla 1.</p> <p>4.1.4 Contiene calostro, sangre, o ha sido obtenida en el periodo comprendido entre los 12 días anteriores y los 7 días posteriores al parto.</p> <p>4.1.5 Contiene gérmenes patógenos o un conteo microbiano superior al máximo permitido por la presente norma, toxinas microbianas o residuos de pesticidas, medicamentos veterinarios y metales pesados en cantidades superiores al máximo permitido.</p> <p>4.2 La leche cruda después del ordeño debe ser enfriada, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados autorizados por la autoridad sanitaria competente.</p> <p>4.3 En los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfriada, a una temperatura inferior a 10°C con agitación constante</p> <p>4.4 Los límites máximos de pesticidas serán los que determine el Codex Alimentarius (volumen 2) y/o el USDA</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p><small>NOTA 1: La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento para su conservación, ni ha tenido modificación alguna en su composición</small></p> <p><small>DESCRIPTORES: Alimentos, productos lácteos, leche cruda, Requisitos</small></p>		

4.5 Los límites máximos de residuos de medicamentos veterinarios serán los que determine el Codex Alimentario (volumen 3) y/o el USDA.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Específicos

5.1.1 Requisitos organolépticos (ver nota 2)

5.1.1.1 Color. Debe ser blanco opalescente o ligeramente amarillento.

5.1.1.2 Olor. Debe ser suave, lácteo característico, libre de olores extraños.

5.1.1.3 Aspecto. Debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.

5.1.2 Requisitos físicos y químicos

5.1.2.1 La leche cruda, debe cumplir con los requisitos físico-químicos que se indican en la tabla 1.

5.1.3 Contaminantes. El límite máximo para contaminantes es el que se indica en la tabla 2.

TABLA 2. Límites para contaminantes

Contaminante	Límite Máximo (LM)	Método de ensayo
Plomo, mg/kg	0,02	AOAC – 972.25
Aflatoxina M1, mg/kg	0,5	AOAC – 980.21

5.1.4 Requisitos microbiológicos y TRAM para clasificación

5.1.4.1 Los requisitos microbiológicos y TRAM para clasificación se establecen en la tabla 3 y su validez está condicionada a la comprobación de la presencia de conservantes o neutralizantes.

TABLA 3. Clasificación de la leche cruda de acuerdo al TRAM o al contenido de microorganismos

Categoría	Tiempo de Reducción del Azul de Metileno (TRAM) NTE INEN 18	Contenido de microorganismos aerobios mesófilos REP UFC/cm ³ NTE INEN 1529-5
A (buena)	Más de 5 horas*	Hasta 5×10^5
B (regular)	De 2 a 5 horas	Desde 5×10^5 , hasta $1,5 \times 10^6$
C (mala) ¹⁾	De 30 minutos a 2 horas	Desde $1,5 \times 10^6$, hasta 5×10^6
D (muy mala) ¹⁾	Menos de 30 minutos	Más de 5×10^6
* Puede deberse a la presencia de conservantes por lo que se recomienda su identificación según la NTE INEN 1500.		
¹⁾ La leche de categoría C y D no se acepta para ser procesada		

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 El almacenamiento, envasado y transporte de la leche cruda debe realizarse de acuerdo a lo que señala el Reglamento de leche y productos lácteos.

NOTA 2. Se podrán presentar variaciones en estas características, en función de la raza, estación climática o alimentación, pero estas no deben afectar significativamente las características sensoriales indicadas

(Continúa)

TABLA 1. Requisitos físico – químicos de la leche cruda

REQUISITOS	UNIDAD	MIN.	MAX.	MÉTODO DE ENSAYO
Densidad relativa: a 15 °C a 20 °C	- -	1,029 1,026	1,033 1,032	NTE INEN 11
Materia grasa	%(m/m)	3,2	-	NTE INEN 12
Acidez titulable como ácido láctico	%(m/m)	0,13	0,16	NTE INEN 13
Sólidos totales	%(m/m)	11,4	-	NTE INEN 14
Sólidos no grasos	%(m/m)	8,2	-	*
Cenizas	%(m/m)	0,65	-	NTE INEN 14
Punto de congelación (punto crioscópico) ***	°C °H	-0,536 -0,555	-0,512 -0,530	NTE INEN 15
Proteínas	%(m/m)	2,9	-	NTE INEN 16
Ensayo de reductasa (azul de metileno)****	h	2	-	NTE INEN 18
Reacción de estabilidad proteica (prueba de alcohol)	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 65 % en peso o 75 % en volumen			NTE INEN 1 500
Presencia de conservantes ¹⁾	-	Negativo	750 000	NTE INEN 1500
Presencia de neutralizantes ²⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Presencia de adulterantes ³⁾	-	Negativo		NTE INEN 1500
Grasas vegetales	-	Negativo		NTE INEN 1500
Suero de Leche	-	Negativo		NTE INEN 2401
Prueba de Brucelosis	-	Negativo		Prueba de anillo PAL (Ring Test) AOAC – 978.26
Contaje de células somáticas	-		750 000	
Antibióticos:				
β-Lactámicos	µg/l	-	5	AOAC –988.08
Tetraciclínicos	µg/l	-	100	16 Ed. Vol. 2
Sulfas	µg/l	-	100	
<p>* Diferencia entre el contenido de sólidos totales y el contenido de grasa.</p> <p>*** °C= °H · f, donde f= 0,9658</p> <p>**** Aplicable a la leche cruda antes de ser sometida a enfriamiento</p> <p>1) Conservantes: formaldehído, peróxido de hidrógeno, cloro, hipocloritos, cloraminas, lactoperoxidasa adicionada y dióxido de cloro.</p> <p>2) Neutralizantes: orina bovina, carbonatos, hidróxido de sodio, jabones.</p> <p>3) Adulterantes: Harina y almidones, soluciones azucaradas o soluciones salinas, colorantes, leche en polvo, suero, grasas extrañas.</p>				

6. INSPECCIÓN

Muestreo. El muestreo debe realizarse de acuerdo con la NTE INEN 4

Aceptación o rechazo

.1 Se acepta el producto si cumple con los requisitos indicados en esta norma, caso contrario se **rechaza**.

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4:1984	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 11:1984	<i>Leche. Determinación de la densidad relativa. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12:1973	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13:1984	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 14:1984	<i>Leche. Determinación de sólidos totales y cenizas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 15:1973	<i>Leche. Determinación del punto de congelación.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16:1984	<i>Leche. Determinación de las proteínas. Primera Revisión.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 18:1973	<i>Leche. Ensayos de reductasas.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1 500:2001	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-5:2006	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de microorganismos aerobios mesófilos REP. Primera Revisión</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 401:2007	<i>Leche. Determinación de suero de quesería en leche. Método cromográfico</i>
AOAC 972.25:1976	<i>Atomic Absorption Spectrophotometric Method, final Action 1976</i>
AOAC 978.26:1993	<i>Somatic Cells in milk, Optical Somatic Cell Counting Method (Fossomatic) Revised First Action 1993</i>
AOAC 980.21: 1990	<i>Aflatoxin My In Milk and Cheese Thin layer Chromatographic method Final Action 1990</i>
AOAC 988.08:1988	<i>Antimicrobial Drug in Milk. Receptor assay. First Action, 1988</i>
<i>Reglamento de leche y productos lácteos. Decreto ejecutivo No. 2800 de 1984-08-01. Registro oficial No. 802 de 1984-08-07</i>	
<i>Codex Alimentarius. Residuos de Plaguicidas en los alimentos, Volumen 2</i>	
<i>Codex Alimentarius. Residuos de Medicamentos veterinarios, Volumen 3</i>	
<i>United States Department of Agriculture, USDA Regulations Drugs</i>	

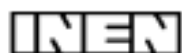
Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma venezolana COVENIN 903.93 (1R) *Leche pasteurizada.* Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas, 1989
- Norma Técnica Colombiana NTC 506:93. *Productos lácteos. Leche entera Pasteurizada.* Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, Santa Fé de Bogotá. Colombia 1993
- Asociación of Oficial Analytical Chemists Official Methods of Analysis... Última edición.
- Norma General del Codex para los contaminantes y las toxinas presentes en los alimentos Codex stan 193-1995 (rev. 2-2005)
- United States Department of Agriculture Milk for Manufacturing Purposes and Its Production and Processing Recommended Requirements Effective. September 1, 2005

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 009 Cuarta Revisión	TÍTULO: LECHES CRUDA. REQUISITOS.	Código: AL 03.01-401		
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de Obligatoria por Acuerdo No. 02501 de 2002-12-26 publicado en el Registro Oficial No. 739 de 2003-01-07 Fecha de iniciación del estudio: 2006-03			
Fechas de consulta pública: de _____ a _____				
Subcomité Técnico: Lácteos Fecha de iniciación: 2006-04-19 Integrantes del Subcomité Técnico:				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> NOMBRES: Dra. Meyra Manzo (Presidenta) Dra. Loyde Triana Dra. Rosa Rivadenseira Dra. Mónica Sánchez Dra. Lorena Vázquez Ing. Isabel Cáceres Tlga. Tatiana Gallegos Dra. Catalina Nieto Ing. Cristian Cevallos Dr. Marlon Revelo Tlgo. José Nuñez Dra. Indira Delgado Dra. Teresa Avila Ing. Jorge Chávez Dr. German Fierro Dra. Tiana Alcocer Ing. María E. Davalos (Secretaria Técnica) </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> INSTITUCIÓN REPRESENTADA: INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO DPA NESTLE -PONTERRA NESTLE COLEGIO REGIONAL DE INGENIEROS EN ALIMENTOS MINISTERIO DE SALUD INDULAC S.A. DPA NESTLE-FORITERRA PASTEURIZADORA QUITO PASTEURIZADORA QUITO ALPINA-ECUADOR DIRECCION METROPOLITANA DE SALUD NATULAC PASTEURIZADORA QUITO UNIVERSIDAD CATOLICA QUITO INEN - Regional Chimborazo </td> </tr> </table>			NOMBRES: Dra. Meyra Manzo (Presidenta) Dra. Loyde Triana Dra. Rosa Rivadenseira Dra. Mónica Sánchez Dra. Lorena Vázquez Ing. Isabel Cáceres Tlga. Tatiana Gallegos Dra. Catalina Nieto Ing. Cristian Cevallos Dr. Marlon Revelo Tlgo. José Nuñez Dra. Indira Delgado Dra. Teresa Avila Ing. Jorge Chávez Dr. German Fierro Dra. Tiana Alcocer Ing. María E. Davalos (Secretaria Técnica)	INSTITUCIÓN REPRESENTADA: INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO DPA NESTLE -PONTERRA NESTLE COLEGIO REGIONAL DE INGENIEROS EN ALIMENTOS MINISTERIO DE SALUD INDULAC S.A. DPA NESTLE-FORITERRA PASTEURIZADORA QUITO PASTEURIZADORA QUITO ALPINA-ECUADOR DIRECCION METROPOLITANA DE SALUD NATULAC PASTEURIZADORA QUITO UNIVERSIDAD CATOLICA QUITO INEN - Regional Chimborazo
NOMBRES: Dra. Meyra Manzo (Presidenta) Dra. Loyde Triana Dra. Rosa Rivadenseira Dra. Mónica Sánchez Dra. Lorena Vázquez Ing. Isabel Cáceres Tlga. Tatiana Gallegos Dra. Catalina Nieto Ing. Cristian Cevallos Dr. Marlon Revelo Tlgo. José Nuñez Dra. Indira Delgado Dra. Teresa Avila Ing. Jorge Chávez Dr. German Fierro Dra. Tiana Alcocer Ing. María E. Davalos (Secretaria Técnica)	INSTITUCIÓN REPRESENTADA: INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, GUAYAQUIL INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, QUITO DPA NESTLE -PONTERRA NESTLE COLEGIO REGIONAL DE INGENIEROS EN ALIMENTOS MINISTERIO DE SALUD INDULAC S.A. DPA NESTLE-FORITERRA PASTEURIZADORA QUITO PASTEURIZADORA QUITO ALPINA-ECUADOR DIRECCION METROPOLITANA DE SALUD NATULAC PASTEURIZADORA QUITO UNIVERSIDAD CATOLICA QUITO INEN - Regional Chimborazo			
Otros trámites:				
El Directorio del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 2008-03-28				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Oficializada como: Obligatoria Registro Oficial No. 490 de 2008-12-17 </td> <td style="width: 50%;"> Por Resolución No. 071-2008 de 2008-03-19 </td> </tr> </table>			Oficializada como: Obligatoria Registro Oficial No. 490 de 2008-12-17	Por Resolución No. 071-2008 de 2008-03-19
Oficializada como: Obligatoria Registro Oficial No. 490 de 2008-12-17	Por Resolución No. 071-2008 de 2008-03-19			

ANEXO 7 NORMA TÉCNICA INEN: LECHES FERMENTADAS, REQUISITOS



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2395:2011
Segunda revisión

LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.

Primera Edición

FERMENTE MILKS. REQUIREMENTS.

First Edition

DESCRIPCIÓN: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos.

AL: 03.01-442
CDU: 637.146
CIIU: 3112
ICS: 67.100.01

Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS	NTE INEN 2395:2011 Segunda revisión 2011-07
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo.</p> <p style="text-align: center;">2. ALCANCE</p> <p>2.1 Esta norma se aplica a las leches fermentadas naturales: yogur, kéfir, kumis, leche cultivada o acidificada; leches fermentadas con ingredientes y leches fermentadas tratadas térmicamente.</p> <p>2.2 No se aplican a las bebidas de leches fermentadas</p> <p style="text-align: center;">3. DEFINICIONES</p> <p>3.1 Para efectos de esta norma se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>3.1.1 <i>Leche Fermentada natural.</i> Es el producto lácteo obtenido por medio de la fermentación de la leche, elaborado a partir de la leche por medio de la acción de microorganismos adecuados y teniendo como resultado la reducción del pH con o sin coagulación (precipitación isoelectrica). Estos cultivos de microorganismos serán viables, activos y abundantes en el producto hasta la fecha de vencimiento. Si el producto es tratado térmicamente luego de la fermentación, no se aplica el requisito de microorganismos viables. Comprende todos los productos naturales, incluida la leche fermentada líquida, la leche acidificada y la leche cultivada y al yogur natural, sin aromas ni colorantes.</p> <p>3.1.2 <i>Producto natural.</i> Es el producto que no está aromatizado, no contiene frutas, hortalizas u otros ingredientes que no sean lácteos, ni está mezclado con otros ingredientes que no sean lácteos.</p> <p>3.1.3 <i>Yogur.</i> Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> y <i>Streptococcus salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i>, pudiendo estar acompañadas de otras bacterias benéficas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados en esta norma.</p> <p>3.1.4 <i>Kéfir.</i> Es una leche fermentada con cultivos ácido lácticos elaborados con granos de kéfir, <i>Lactobacillus kéfir</i>, especies de géneros <i>Leuconostoc</i>, <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacter</i> con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kéfir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa (<i>Kluyveromyces marxianus</i>) y levaduras no fermentadoras de lactosa (<i>Saccharomyces omnisporus</i>, <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Saccharomyces exiguus</i>), <i>Lactobacillus casei</i>, <i>Bifidobacterium sp</i> y <i>Streptococcus salivarius</i> subs. <i>thermophilus</i>, por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.</p> <p>3.1.5 <i>Kumis.</i> Es una leche fermentada con <i>Lactococcus Lactis subsp cremoris</i> y <i>Lactococcus Lactis subsp lactis</i>, los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil, con producción de alcohol y ácido láctico.</p> <p>3.1.6 <i>Leche cultivada, o acidificada.</i> Es una leche fermentada por la acción de <i>Lactobacillus acidophilus</i> (leche acidificada) o <i>Bifidobacterium sp.</i>, u otros cultivos lácticos inocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto.</p> <p>3.1.7 <i>Leche fermentada tratada térmicamente.</i> Es el producto definido en el numeral 3.1.1 y 3.1.9, que ha sido sometido a tratamiento térmico, después de la fermentación. Los cultivos de microorganismos no serán viables ni activos en el producto final.</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <p>DESCRIPTORES: Tecnología de los alimentos, leche y productos lácteos procesados, leches fermentadas, requisitos</p>		

3.1.8 Leche fermentada con Ingredientes. Son productos lácteos compuestos, que contienen un máximo del 30 % (m/m) de Ingredientes no lácteos (tales como edulcorantes, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservantes derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Los Ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.

3.1.9 Leche fermentada concentrada. Es una leche fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las leches fermentadas concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragisto (yogur colado), Labneh, Ymer e Yifite.

3.1.10 Leche fermentada adicionada con microorganismos probióticos. Es el producto definido en el numeral 3.1.1 al cual se le han adicionado bacteria vivas benéficas, que al ser ingeridas favorecen la microflora intestinal.

3.1.11 Microorganismo probiótico. Microorganismo vivo, que suministrado en la dieta e ingerido en cantidad suficiente ejerce un efecto benéfico sobre la salud, más allá de los efectos nutricionales.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 De acuerdo a sus características las leches fermentadas, se clasifican de la siguiente manera:

4.1.1 Según el contenido de grasa en:

- a) Entera.
- b) Semidescremada (parcialmente descremada).
- c) Descremada.

4.1.2 De acuerdo a los Ingredientes en:

- a) Natural,
- b) Con Ingredientes,

4.1.3 De acuerdo al proceso de elaboración en:

- a) Batido,
- b) Coagulado o afianado,
- c) Tratado térmicamente
- d) Concentrado,
- e) Deslactosado.

4.1.4 De acuerdo al contenido de etanol, el Kéfir se clasifica en:

- a) suave
- b) fuerte

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

5.1 La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la NTE INEN 09, y posteriormente ser pasteurizada (ver NTE INEN 10) o esterilizada (ver NTE INEN 701) y debe manipularse en condiciones sanitarias según el Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura del Ministerio de Salud Pública.

(Continúa)

6. REQUISITOS

6.1 Requisitos específicos

6.1.1 Las leches fermentadas, deben presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio, resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme.

6.1.2 A las leches fermentadas pueden agregarse, durante el proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche evaporada, grasa láctea anhidra, proteínas lácteas.

6.1.3 A las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 12 % m/m en el producto final.

6.1.4 Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, frutos secos, coco, café, cereales, especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 200 mg/kg, en el producto final.

6.1.5 La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico debe presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.

6.1.6 El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto.

6.2 Requisitos físico químicos

6.2.1 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, deben cumplir con establecido en las tablas 1 y 2.

TABLA 1. Especificaciones de las leches fermentadas

REQUISITOS	TIPO I		TIPO II		TIPO III		METODO DE ENSAYO
	Min %	Max %	Min %	Max %	Min %	Max %	
Contenido de grasa	3,0	---	1,0	<3,0	---	<1,0	NTE INEN 12
Acidez*, % m/m							
Yogur	0,6	1,5	0,6	1,5	0,6	1,5	NTE INEN 13
Kefir	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	
Kumis	--	0,7	--	0,7	--	0,7	
Leche cultivada	0,6	2,0	0,6	2,0	0,6	2,0	
Bebida láctea	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	
Proteína, % m/m							
En yogur, kefir, kumis, leche cultivada	2,7	--	2,7	--	2,7	--	NTE INEN 16
En bebidas lácteas a base de leche fermentada	1,8	--	1,8	--	1,8	--	
Alcohol etílico, % m/v							
En kefir suave	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	1,5	NTE INEN 379
En kefir fuerte	--	3,0	--	3,0	--	3,0	
Kumis	0,5	---	0,5	---	0,5	---	
Presencia de adulterantes ¹⁾	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1 500
Grasa Vegetal	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 1 500
Suero de Leche	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 2 401
Ensayo de Fosfatasa	Negativo		Negativo		Negativo		NTE INEN 19

* Expresado como ácido láctico

¹⁾ Adulterantes: Harina y almidones soluciones salinas, suero de leche, grasas vegetales.

(Continúa)

6.1.5 Las leches fermentadas deben cumplir con los requisitos del contenido mínimo del cultivo del microorganismo específico (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivaris* subsp. *thermophilus*; *Lactobacillus acidophilus*, según sea el caso), y de bacterias prebióticas, hasta la fecha de vencimiento, de acuerdo con lo indicado en la tabla 2.

TABLA 2. Cantidad de microorganismos específicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

PRODUCTO	Yogur, kumis, kéfir, leche cultivada, leches fermentadas con Ingredientes y leche fermentada concentrada Mínimo	kéfir y kumis Mínimo
Suma de microorganismos que comprenden el cultivo definido para cada producto	10^7 UFC/g	
Bacterias prebióticas	10^6 UFC/g	
Levaduras		10^4 UFC/g

6.1.6 Requisitos microbiológicos

6.1.6.1 Al análisis microbiológico correspondiente las leches fermentadas deben dar ausencia de microorganismos patógenos, de sus metabolitos y toxinas.

6.1.6.2 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3.

TABLA 3. Requisitos microbiológicos en leche fermentada sin tratamiento térmico posterior a la fermentación

Requisito	n	m	M	c	Método de ensayo
Coliformes totales, UFC/g	5	10	100	2	NTE INEN 1529-7
Recuento de <i>E. coli</i> , UFC/g	5	<1	-	0	NTE INEN 1529-8
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	5	200	500	2	NTE INEN 1529-10

En donde:

n = Número de muestras a examinar.

m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.

M = Índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

c = Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

6.1.6.3 Cuando se analicen muestras individuales se tomarán como valores máximos los expresados en la columna m.

6.1.6.4 Las leches fermentadas tratadas térmicamente y envasadas asépticamente deben demostrar esterilidad comercial de acuerdo a NTE INEN 2335

6.1.7 Aditivos. Se permite el uso de los aditivos establecidos en la NTE INEN 2074 para estos productos

6.1.8 Contaminantes. El límite máximo de contaminantes no deben superar los límites establecidos por el Codex Stan 193-1995

6.2 Requisitos complementarios

6.2.1 Las leches fermentadas, siempre que no se hayan sometido al proceso de esterilización, deben mantenerse en refrigeración durante toda su vida útil.

(Continúa)

6.2.2 Las unidades de comercialización de este producto debe cumplir con lo dispuesto en la Ley 2007-76 del Sistema Ecuatoriano de la Calidad.

7. INSPECCIÓN

7.1 **Muestreo.** El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 04.

7.2 **Aceptación o rechazo.** Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 Las leches fermentadas deben expendirse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación y calidad del producto.

8.2 Las leches fermentadas deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

8.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

9. ROTULADO

9.1 El Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en el RTE INEN 022

(Continúa)

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 4	<i>Leche y productos lácteos. Muestreo</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9	<i>Leche cruda. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 10	<i>Leche pasteurizada. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 12	<i>Leche. Determinación del contenido de grasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 13	<i>Leche. Determinación de la acidez titulable.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 16	<i>Leche. Determinación de la proteína</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 19	<i>Leche. Ensayo de fosfatasa.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 379	<i>Conservas vegetales. Determinación de alcohol etílico.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 701	<i>Leche larga vida. Requisitos</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1334-2	<i>Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1500	<i>Leche. Métodos de ensayo cualitativos para la determinación de la calidad.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-7	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos coliformes por la técnica del recuento de colonias.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-8	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y escherichia coli.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1529-10	<i>Control microbiológico de los alimentos. Determinación del número de mohos y levaduras viables.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2074	<i>Aditivos alimentarios permitidos para consumo humano. Listas positivas. Requisitos.</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2335	<i>Leche larga vida. Método para control de la esterilidad comercial</i>
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2401	<i>Leche determinación de suero de quesería en leche fluida y en polvo. Método de cromatografía líquida de alta eficacia.</i>
Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 022	<i>Rotulado de productos alimenticios procesados, envasados y empaquetados</i>
Ley 2007-76	<i>del Sistema Ecuatoriano de la Calidad. Publicado en el Registro Oficial No. 26 de 2007-02-22.</i>
Decreto Ejecutivo 3253	<i>Reglamento de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados, Registro Oficial 696 de 4 de Noviembre del 2002</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 1	<i>Lista de límites máximos para residuos de plaguicidas en los alimentos.</i>
Codex Alimentarius CAC/MRL 2	<i>Lista de límites máximos para residuos de medicamentos veterinarios.</i>
Codex Stan 193-1995	<i>Norma General del Codex para los contaminantes y toxinas presentes en los alimentos.</i>

Z.2 BASES DE ESTUDIO

- Norma Andina. NA 076:2009 *Leches fermentadas. Requisitos.* Comunidad Andina, Lima 2009
- Norma Técnica Colombiana NCT 805 *Productos Lácteos. Leches Fermentadas.* Bogotá 2000.
- Programa Conjunto FAO – OMS *Norma del Codex para leches fermentadas.* Codex Stan 243-2003. Adoptado 2003. Revisión 2008, 2010

(Continúa)

Ministerio de Agricultura y de Abastecimiento del Brasil. Resolución No. 5 de 13 de noviembre del 2000. *Especificaciones para las leches fermentadas.*

Secretaría de Salud. Norma Mexicana NOM 185-SSA1-2002 *Productos y servicios. Mantequilla, cremas, producto lácteo condensado azucarado, productos lácteos fermentados y acidificados, dulces a base de leche. Especificaciones sanitarias.* México 2002.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2395 Segunda revisión	TÍTULO: LECHE FERMENTADAS. REQUISITOS	Código: AL 03.01-442
--	--	--------------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior del Consejo Directivo 2008-11-28 Oficialización con el Carácter de Voluntaria por Resolución No. 150-2009 2009-01-29 publicado en el Registro Oficial No. 519 de 2009-02-02 Fecha de iniciación del estudio:
--	---

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico: LECHE Y PRODUCTOS LÁCTEOS

Fecha de iniciación: 2010-10-14

Fecha de aprobación: 2011-01-13

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

Dr. Rafael Vizcarra (Presidente)
Ing. Julio Gutiérrez
Ing. Juan Carlos Romero
Dra. Teresa Rodríguez
Dra. Indira Delgado
Dra. Mónica Sosa
Dr. Alexander Salazar
Ing. Paola Simbaña
Ing. Noelia Bautista

CENTRO DE LA INDUSTRIA LÁCTEA
UTA - FACULTAD DE ALIMENTOS
LACTEOS SAN ANTONIO
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Guayaquil
ALPINA ECUADOR S.A.
INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE, Quito
REYBANPAC – LACTEOS
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA -
ECOLAC

Tlga. Tatiana Gallegos
Ing. Gustavo Navarro
Sr. Rodrigo Gómez de la Torre
Ing. Leonardo Baño
Ing. Julio Vera
Dr. Galo Izurieta
Ing. Lourdes Reinoso
Ing. Daniel Tenorio
Ing. Luis Sánchez

MINISTERIO DE SALUD – SISTEMA ALIMENTOS
HOLSTEIN
PRODUCTORES DE LECHE
AVELINA S.A.
LA HOLANDESA
PATEURIZADORA QUITO
SFG – MAGAP
AILACCEP
DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE
PICHINCHA

Ing. Rocío Contrero
Dr. David Villegas
Dra. Katya Yépez
Dr. Darío Solórzano
Ing. Daniel Tenorio
Dra. Mónica Quimatoa

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
MIPRO
NESTLÉ ECUADOR
NESTLÉ ECUADOR
AILACCEP

Dr. Paúl Fuentes
Dr. Rodrigo Dueñas
Dra. Cecilia Zamora
Dra. Ma. Isabel Salazar
Ing. Jorge Chávez
Dra. Verónica Illiguez
Ing. Santiago Tinajero
Ing. María E. Dávalos (Secretaría Técnica)

DIRECCIÓN PROVINCIAL DE SALUD DE
PICHINCHA
BUSTAMANTE & BUSTAMANTE
REYBANPAC
INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.
INDUSTRIAS LÁCTEAS TONI S.A.
MAGAP
ALIMEC S.A.
MAGAP
INEN

Otros trámites: Esta NTE INEN 2395:2011 (Segunda Revisión), reemplaza a la NTE INEN 2395:2009 (Primera Revisión)

La Subsecretaría de Industrias, Productividad e Innovación Tecnológica del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma

Oficializada como: Voluntaria

Por Resolución No. 11 150 de 2011-05-20

Registro Oficial No. 484 de 2011-07-05